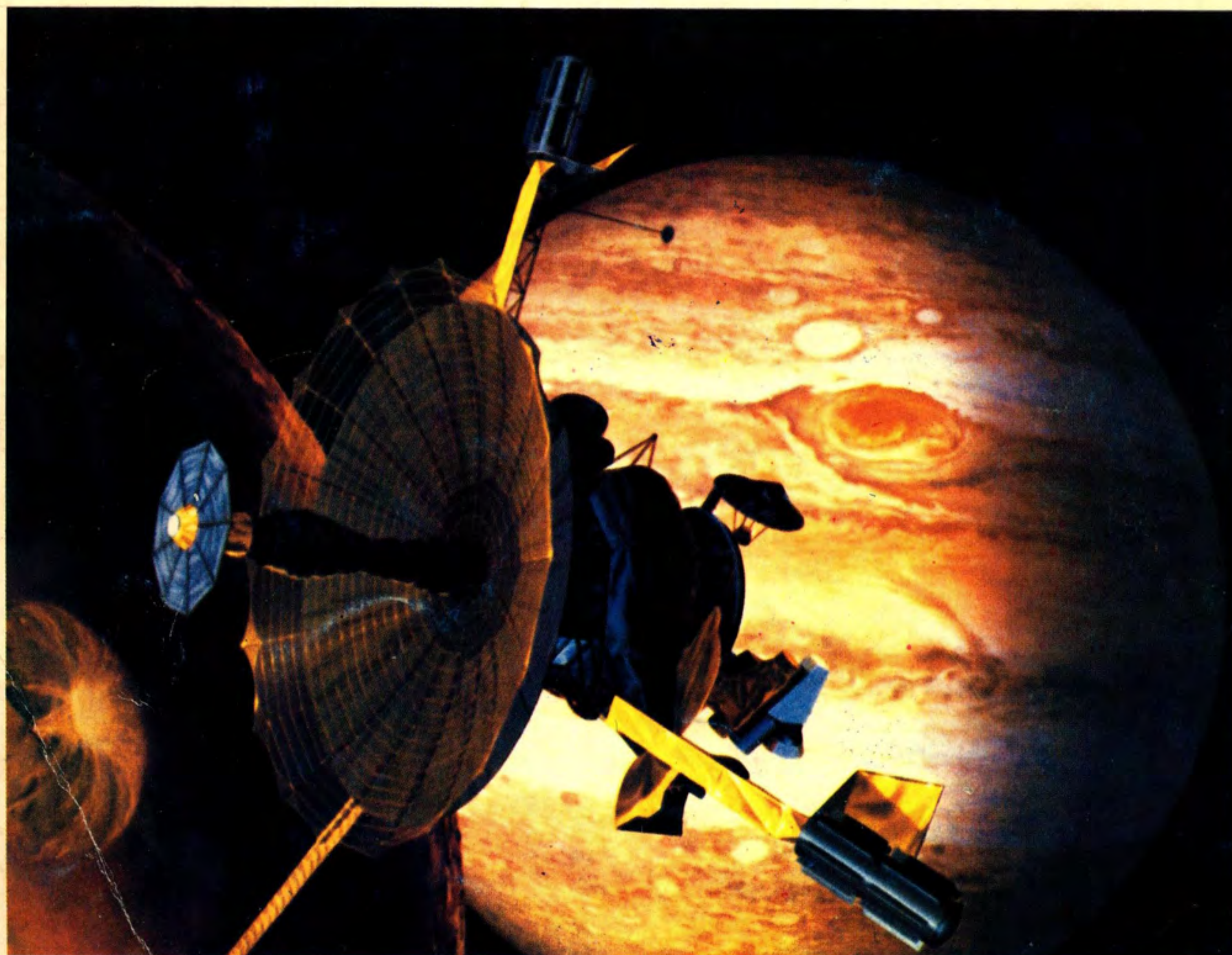
۲۱۲

اطلس منظومهٔ خورشیدی

نوشته: پاتریک مور_ گری هانت



برگردان و ویرایش از

مهندس عباس جعفری

طرح و تهیه از: "گیتاشناسی"

اطلس
منظومهٔ خورشیدی

THE ATLAS OF THE SOLAR SYSTEM



اطلس منظومهٔ خورشیدی

Patrick Moore
&
Garry Hunt

برگردان و ویرایش از
مهندس عباس جعفری

طرح، تهیه، کارتوگرافی، لیتوگرافی و چاپ از :

« گیتاشناسی »



طرح، تهیه، لیتوگرافی و چاپ از:
سازمان جغرافیایی و کارتوگرافی گیتاشناسی

تهران: خیابان انقلاب اسلامی، چهارراه ولی‌عصر، جنب پارک دانشجو، خیابان رازی، خیابان استاد شهریار، شماره ۱۵، کد پستی: ۱۱۳۳۷
صندوق پستی: ۳۴۴۱-۱۴۱۵۵ تلفن: ۶۴۵۳۶۰۳ فاکس: ۶۷۵۷۸۲-۰۲۱

• اطلس منظومهٔ خورشیدی
• نوشتهٔ پاتریک مور - گری هانت
• برگردان و ویرایش از: مهندس عباس جعفری
• چاپ اول: نوروز ۱۳۷۰
• چاپ دوم: تابستان ۱۳۷۴
• تیراژ: پنج هزار جلد
• چاپ و صحافی: کارون

فهرست مندرجات

پیشگفتار

این کتاب سفرنامه‌ای است از گشت و گذار در پهنهٔ کشور آفتاب و دیداری با فرزندان و نوادگان خورشید. این سفر با آغاز عصر فضا یعنی دیدار تاریخی سال ۱۹۵۸ لونای ۳ از کرهٔ ماه شروع می‌شود و طی آن آدمی سرزمین آفتاب را درمی‌نوردد و دیدنیهائی را که دیدارشان تا پیش از عصر فضا ناممکن بود با دیدگان مشتاق و کنجکاو خویش می‌نگرد و بر عظمت خلقت آفرین می‌گوید.

بررسی افلاک و چگونگی ساختار کائنات، مقدمه‌ای است تا حتی‌المقدور با راز آفرینش آشنا شویم و برای سفر به گوشه‌ای از عالم افلاک که منظومهٔ خورشیدی نام دارد، آماده گردیم.

طی این سفر پا از میهن خاکی خویش بیرون می‌گذاریم و نخست به دیدار رئیس خانواده یا کانون منظومهٔ شمسی می‌شتابیم و از نزدیک با سرشت و ساختار کرهٔ آتشین خورشید آشنا می‌گردیم و سپس به دیدار فرزندان نه گانهٔ او می‌رویم و پس از آشنائی با سیارگان و دنباله‌داران و شهابسنگ‌ها به بررسی حیات می‌پردازیم و از ارزش والای موهبت زیست که به ما زمینیان ارزانی گردیده است، آگاه می‌گردیم.

سیاحان این سفرنامه را مهنوردها و فضاناوهائی که از ارادهٔ پولادین و نیروی شگرف اندیشه و تفکر آدمی جان یافته‌اند، تشکیل داده و کیهان‌پیماهائی چون لوناها و مارینرها و پایونیرها و بالاخره ویجرها قهرمان واقعی داستان هستند که هریک به سیاره‌ای مأمور گردیده‌اند تا دریچه‌هائی از جهان‌های دوردست را در برابر دیدگان بهت‌زدهٔ آدمیان بگشایند و صحنه‌هائی را که دیدارش حتی در خواب و خیال هم نمی‌گنجید، در برابر چشم انسان مجسم سازند.

کتاب حاضر برگردان و ویرایشی است از کتاب The Atlas of the Solar System نوشته پاتریک مور Patrick Moore و گری هانت Gary Hunt کارشناسان علوم فضائی انگلستان. از آنجائی که محتوای کتاب اصلی برای فهم همگان سنگین می‌نمود، مترجم ناگزیر از تلخیص آن گردید و سعی بر آن نمود تا از خشکی و سنگینی بار علمی آن بکاهد و آن را در قالبی همه‌پسند ارائه دهد.

از طرفی چون کتاب اصلی پا به پای فضاناوها، به ویژه ویجر ۲ فقط تا کیوان پیش رفته بود لذا مترجم بر آن شد تا با مراجعه به نشریات و مجلات گوناگونی چون Astronomy و Sky & Telescope و Planetary Report و بــه ویــژه مجلهٔ National Geography شمارهٔ ۱۷۸، اوت ۱۹۹۰، آخرین اطلاعات مربوط به سفر ویجر ۲ به اورانوس و نپتون را نیز بر آن بیفزاید و کتاب جامع و کاملی به هم میهنان عزیز تقدیم دارد.

کیهان پیمای ویجر ۲ که یکی از قهرمانان اصلی کتاب است، در اوت ۱۹۷۷ راهی آسمان شد تا در سر راه از فرزندان غول‌پیکر خورشید، یعنی مشتری و کیوان و اورانوس و نپتون دیدن کند. در ژوئیه ۱۹۷۹ به محدودهٔ مشتری رسید و در اوت ۱۹۸۱ از کیوان دیدار کرد و در آغاز سال ۱۹۸۶ به سرزمین اورانوس گام نهاد و بالاخره در اوت ۱۹۸۹ پس از آنکه حدود ۴/۵ میلیارد کیلومتر از زمین فاصله گرفته بود، به محدودهٔ نپتون وارد شد و پس از وداع با خانوادهٔ نپتون به‌سوی مرز کشور آفتاب روان گردید. متأسفانه چون سیارهٔ پلوتو که نهمین و ظاهراً آخرین فرزند خورشید محسوب می‌گردد، از نظر مداری در وضع نامساعدی قرار داشت، ناگزیر دیدار سیارهٔ مزبور از برنامهٔ ویجر ۲ حذف گردید و به آن دستور داده شد تا به قصد بررسی دامنهٔ میدان مغناطیسی خورشید به مرز کشور آفتاب سفر کند و پس از آن به فضای میان ستارگان داخل گردیده و در پهنهٔ بی‌کران فضا، پیش رود.

ویجر ۲ طبق برنامه در سال ۲۰۰۰ میلادی به مرز کشور آفتاب که اصطلاحاً "خورمرز Heliosheath نام دارد، خواهد رسید و در سال ۲۰۱۲ قدم به فضای میان ستارگان خواهد گذارد و در سال ۲۳۱۹ میلادی در فاصلهٔ یکسال نوری از خورشید قرار خواهد گرفت. البته باید توجه داشت که توان مفید ویجر ۲ به سال ۲۰۰۰ میلادی محدود می‌گردد و کیفیت دستگاهها و وسایل آن حداکثر تا سال ۲۰۱۵ میلادی محفوظ خواهد ماند. بنابراین تحقیق در زمینه ستارگان یا خورشیدهای دیگر حتی نزدیکترین آنها که چیزی حدود ۴/۳ سال نوری از خورشید به دور است، در شرایط کنونی امری‌است ناممکن و برقراری ارتباط در فاصله‌ای اینچنین دور و با امکانات امروزی جز رویائی بیش نیست. اما از آینده و تحولات شگرف آن چیزی به‌درستی‌نمی‌دانیم و فراموش‌نکنیم که دستاوردهای امروزی تا چند دههٔ پیش نیز خود غیرممکن می‌نمود و از نظر نسل گذشته رؤیایی بیش نمی‌بود، بهرحال بهتر است در انتظار آینده بنشینیم و بر تحولات علمی چشم دوزیم و بر اعجازی والاتر از ویجرها و پایونیرها که هرکدام معجزهٔ‌قرون و اعصار به شمار می‌آیند، بیندیشیم و امیدوار باشیم.

در پایان برخود واجب می‌داند تا از مدیران و کارکنان مؤسسه گیتاشناسی که صمیمانه‌ترین همکاریها را در تهیه و واگذاری مدارک و صفحه‌آرائی و چاپ و نشر کتاب معمول داشته‌اند سپاسگزار باشد و از خوانندگانی که با اشارات و یادآوریهای خویش موجبات راهنمائی اینجانب را فراهم خواهند نمود، قبلاً تشکر نماید.

مهندس عباس جعفری

عظمت جهان

SCALE OF THE UNIVERSE

ما در جهان بسیار پهناور و بی‌پایانی زندگی می‌کنیم . کرهٔ زمین که از نظر ساکنان آن از هیبت ویژه‌ای برخوردار است ، در مقایسه با عظمت جهان Universe جرم ناچیز و بس حقیری است . حتی کرهٔ خورشید که زندگی ما و دیگر موجودات کره زمین به آن بستگی تام دارد نیز قطره کوچکی از اقیانوس بیکران جهان محسوب میگردد .

خورشید ما در مقایسه با دیگر خورشیدهای عالم افلاک ستاره‌ای است بسیار معمولی و فقط برای ما آدمیان زمینی که در فاصله اندکی از آن بسر می‌بریم این‌چنین مجلل و با شکوه بنظر می‌رسد . فاصلهٔ میان خورشید وزمین بطور متوسط ۱۵۰ میلیون کیلومتر است که اصطلاحا" واحد نجومی Astronomical Unit نام دارد ولی نزدیکترین ستاره‌ها میلیون‌ها میلیون کیلومتر از خورشید ما به دورند .

توده ستارگانی که خورشید ما نیز یکی از آنها بشمار می‌آید مجموعه‌ای را بنام کهکشان راه شیری Milky Way Galaxy پدید می‌آورند . کهکشان راه شیری حداقل از صدهزار میلیون ستاره یا خورشیدهای گوناگون ترکیب یافته که برخی از آنها بسیار نیرومندتر و فعال‌تر از خورشید ماهستند و پاره‌ای نیز ضعیف‌تر و ناتوان‌تر از آنند ، دمای سطحی ستارگان کهکشان راه شیری بسیار گوناگون است . ستارگان خیلی داغ چون نسر واقع Vega (صورت فلکی Constellation شلیاق یا چنگ رومی Lyra) و یا رجل‌الجبار Rigel (صورت فلکی جبار Orion) دارای چهره‌ای سفیدو گاه مایل به آبی هستند . خورشید ما که دمای سطحی آن به شش هزار درجه سانتیگراد می‌رسد ، از نوع ستارگان زرد میان دما بشمار می‌آید و ستاره‌های سردتری چون ابط الجوزا Betelgeux (صورت فلکی جبار) دارای رنگی نارنجی یا نارنجی مایل به قرمز هستند .

عظمت و بزرگی پاره‌ای ستارگان گاه آنچنان است که فضای میان مدار گردش زمین به دور خورشید را پر می‌کنند و در مقابل ستارگانی نیز یافت می‌گردند که حتی از زمین ما هم کوچکترند .

جهان یا عالم افلاک
The Universe of Galaxies

ستارگان فقط در کهکشان‌ها قرار گرفته‌اند . در سراسر عالم افلاک میلیون‌ها کهکشان موجود است که در هرکدام میلیون‌ها میلیون خورشید به پرتوافشانی مشغولند . پاره‌ای از کهکشان‌ها را حتی با چشم غیر مسلح نیز می‌توان دید ، کهکشان ابرهای ماژلانی Magellanic Clouds که در نیمکره جنوبی زمین دیده‌می‌شود یکی ازمعروف‌ترین آنها است . عکس‌هائی که بوسیله تلسکوپ‌های قوی از کهکشان امراة‌المسلسله (زن به زنجیربسته) Andromeda برداشته شده حالت مارپیچی Spiral کهکشان مزبور را نشان می‌دهد . با وجود اینکه این کهکشان در زاویهٔ دیدی قرار گرفته که چهره واقعی آن را کمابیش مخفی ساخته است . مع‌الوصف زیبائی خیره‌کنندهٔ آن غیر قابل انکار است .

فاصله کهکشان مزبور از ما دو میلیون و دویست هزار سال نوری است ، بهمین جهت طبیعی است که امروز چهره‌ای از آن را که به دو میلیون سال پیش تعلق دارد ، خواهیم دید .

می‌دانیم که سال نوری یکی از شیوه‌های متداول بیان فواصل بسیار دور است و آن عبارت از مسافتی است که نور در عرض یک سال می‌پیماید . از آنجائیکه سرعت نور برابر سیصد هزار کیلومتر در ثانیه است ، لذا هرسال نوری با رقمی معادل ۹/۴۶ میلیون میلیون کیلومتر برابر است .

نزدیکترین ستاره به خورشید ما پروکسیمای قنطورس Proxima Centauri نام دارد که آن نیز همانند خورشیدبه کهکشان راه شیری متعلق بوده و در فاصله ۴/۲ سال نوری از خورشید قرار گرفته است .

کهکشان‌های منفرد یا تک بندرت یافت‌می‌گردند و معمولا" گروههائی از دو تا هزار و حتی بیشتر را تشکیل می‌دهند که به آن خوشه کهکشانی می‌گویند . در هر حال کهکشان‌ها طوری پراکنده شده‌اند که تحت تأثیر نیروی ثقل یکدیگر قرار داشته باشند . می‌دانیم اشیاء هر اندازه هم کوچک باشند باز از نیروئی بنام ثقل که همواره رقمی مثبت است برخوردارند . نیروی ثقل کهکشان‌ها عبارت از وزن جرمی است فرضی که از تمرکز کلیه اعضاء سیستم در مرکز آن پدید آید .

قطر یک خوشه کهکشانی Cluster of Galaxies گاه‌به‌بیش از دهها میلیون سال نوری بالغ می‌گردد

بررسی فضاهای دور نشان می‌دهد که اجتماع گروهی از خوشه‌های کهکشانی مجموعهٔ بس عظیم‌تری را بنام اَبَرخوشه Super Cluster کیهانی پدید می‌آورند . بطور مثال کهکشان راه‌شیری‌که خورشیدما ستاره‌ای از ستارگان بیشمار آن محسوب می‌گردد ، خود عضوی از یک مجموعهٔ عظیم بنام گروه محلی Local Group است و کهکشان ما دومین یا سومین عضو بزرگ گروه مزبور را که از سی کهکشان دیگر منجمله کهکشان امراة‌المسلسله Andromeda پدید آمده است ، تشکیل می‌دهد . کهکشان مارپیچی تری انگولوم Triangulum و همچنین کهکشان نامنظم ابرهای ماژلانی Magellanic Clouds نیز اعضای نسبتا" بزرگ گروه محلی بشمار می‌آیند ولی دیگر کهکشان‌هائی که در گروه مزبور جای دارند ، منظومه‌های کوچکی بوده و از جرم نسبتا" کمی برخوردارند .

قطر کهکشان راه شیری حدود صد هزار سال نوری است . شکل این

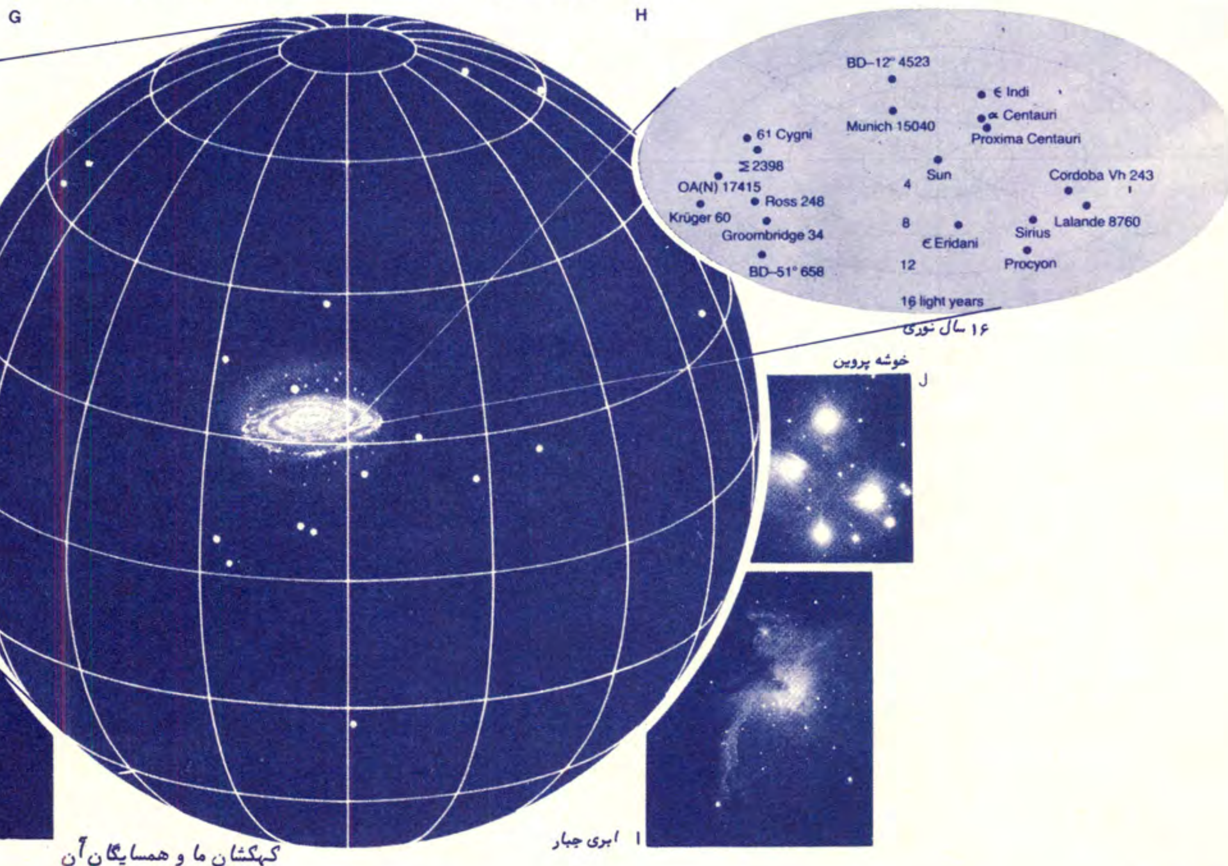
کهکشان به بشقاب تختی که توده متورمی در وسط آن قرار گرفته همانند است . هنگامیکه از پهلو به این کهکشان نظر می‌افکنیم ستارگان بسیاری را می‌بینیم که تقریبا" روی یک خط قرار گرفته و رگه ابر مانندی را در آسمان شب ایجاد می‌کنند و راه شیری‌رنگی را در نظر مجسم می‌سازند . مرکزواقعی این کهکشان در پشت ابرهای حاصله از غبارهای کیهانی پوشیده شده و ظاهرا" بایستی حدود سی هزار سال نوری از ما به دور باشد . خورشید همراه با خانواده خود در نزدیکی لبه یکی از بازوهای مارپیچ کهکشان جای گرفته است . پژوهش های کیهانی گویای آن است که کهکشان به دور تودهٔ مرکزی خود بسرعت در چرخش است و خورشید برای طی یک دور کامل به گرد مرکز کهکشان ۲۲۵ میلیون سال صرف وقت می‌نماید . تاکنون نزدیک به هزار میلیون کهکشان به اشکال گوناگون درمیدان دید تلسکوپ‌های نوین مشاهده‌گردیده که متداول‌ترین‌آنهاشکل مارپیچی است . برخی‌ازکهکشان‌ها بیضی شکل بوده و گروهی مدورند . افزون بر آن کهکشان‌هائی نیز یافت می‌شوند که از شکل منظمی برخوردار نبوده و هیچگونه تقارن یا همسانی‌در شکل‌آنها دیده‌نمی‌شود . کهکشان‌های کوتوله *Dwarf Galaxies* غالبا" از نوع نامنظم هستند .

ستارگان و سیارات

Stars & Planets

ستارگان طبیعتا" کراتی هستند متشکل از گازهای داغ و سوزان‌که بخودی خود می‌درخشند و در پی فعل و انفعالات هسته‌ای که درون آنها انجام می‌گیرد ، تولید انرژی می‌نمایند . دمای تودهٔ‌مرکزی‌خورشید که یکی از ستارگان بیشمار علم افلاک را تشکیل می‌دهد بالغ بر چهارده میلیون درجه سانتیگراد است . از آنجائی که برای واکنش های هسته‌ای لااقل ده میلیون درجه سانتیگراد دمای درونی لازم است ،لذا درستارگانی‌که دمای درونی آنها کمتر از این میزان است ، واکنش های هسته‌ای انجام نگرفته و طبیعتا" از ویژگی پرتوافشانی نیز بی‌بهره خواهند بود .

ستارگان برحسب طبقات طیفی *Spectral Types* گروه بندی می‌گردند . میزان جذب اشعه و یا پرتوافشانی هرستاره که به اجزاء متشکله و گازهای سطح آن بستگی دارد ، خط هائی را روی نوارهای طیفی ایجاد می‌کند که خطوط طیفی نام دارند . در طبقه‌بندی طیفی ، ستارگان را برحسب رنگشان طبقه‌بندی می‌کنند . میزان دمای سطحی هر ستاره که به اجزاء تشکیل دهنده‌آن بستگی دارد ، با مراحل تکاملی آن در ارتباط است . از آنجائی که دوره تکاملی ستارگان عمدتا" با جرم اولیهٔ مواد سازنده که‌مواد



کهکشان ما و همسایگان آن

همسایگان خورشید

کهکشان راه شیری از یک هستهٔ‌مرکزی متورم و چندبازوی مارپیچ تشکیل یافته (شکل *G*) و پیرامون آن را هاله‌ای از غبارهای کیهانی که دامنهٔ آن حدود صدهزار پارسک *Parsec* (هرپارسک برابر ۳/۲۶ سال نوری است) در فضا گسترش یافته، فرا گرفته است . بیشتر همسایگان نزدیک‌خورشید (شکل *H*) را کوتوله‌های‌سرخ رنگ تشکیل داده‌اند . ستارگان معمولا" در میان توده‌ای از غباروگازهای کیهانی که به آنها ابری *Nebula* می‌گویند زاده می‌شوند . ابری جبار *Orion Nebula* (شکل *I*) یکی از نمونه‌های فراوان این فرآیند است . در میان ابری مزبور که از درخشندگی چشمگیری برخوردار است ، ستاره درخشان تتا جبار *Theta Orionis* جای دارد . اعضای اصلی خوشه پروین *Pleiades* (شکل *J*) از درخشندگی و دمای فراوان برخوردار بوده و پیرامون آنها را هاله‌هائی از ابر فرا گرفته است .

ابری *Nebular Material* نام دارند در ارتباط است ، لذا مراحل تکاملی ستاره‌ای که از جرم عظیم‌تری برخوردار است در مقایسه با ستاره دیگری که جرم کمتری دارد ، کاملا" متفاوت خواهد بود . خورشید ما که ستاره‌ای متوسط است ، سرپرستی خانواده‌ای مرکب از نه سیاره و گروهی اجرام کوچکتروکم‌اهمیت‌تر دیگری مانندسیارکان و دنبالهداران را برعهده داشته و مجموعه کوچکی را بنام منظومهٔ خورشیدی تشکیل می‌دهد . سیارات نه‌گانه خورشید روی مدارهائی کمابیش بیضی شکل به گرد مادرخویش که‌در مرکز منظومه قرار گرفته است ، در گردشند و اقمار آنها نیز مدارهائی را به همین سان به گرد سیاره مادر می‌پیمایند .

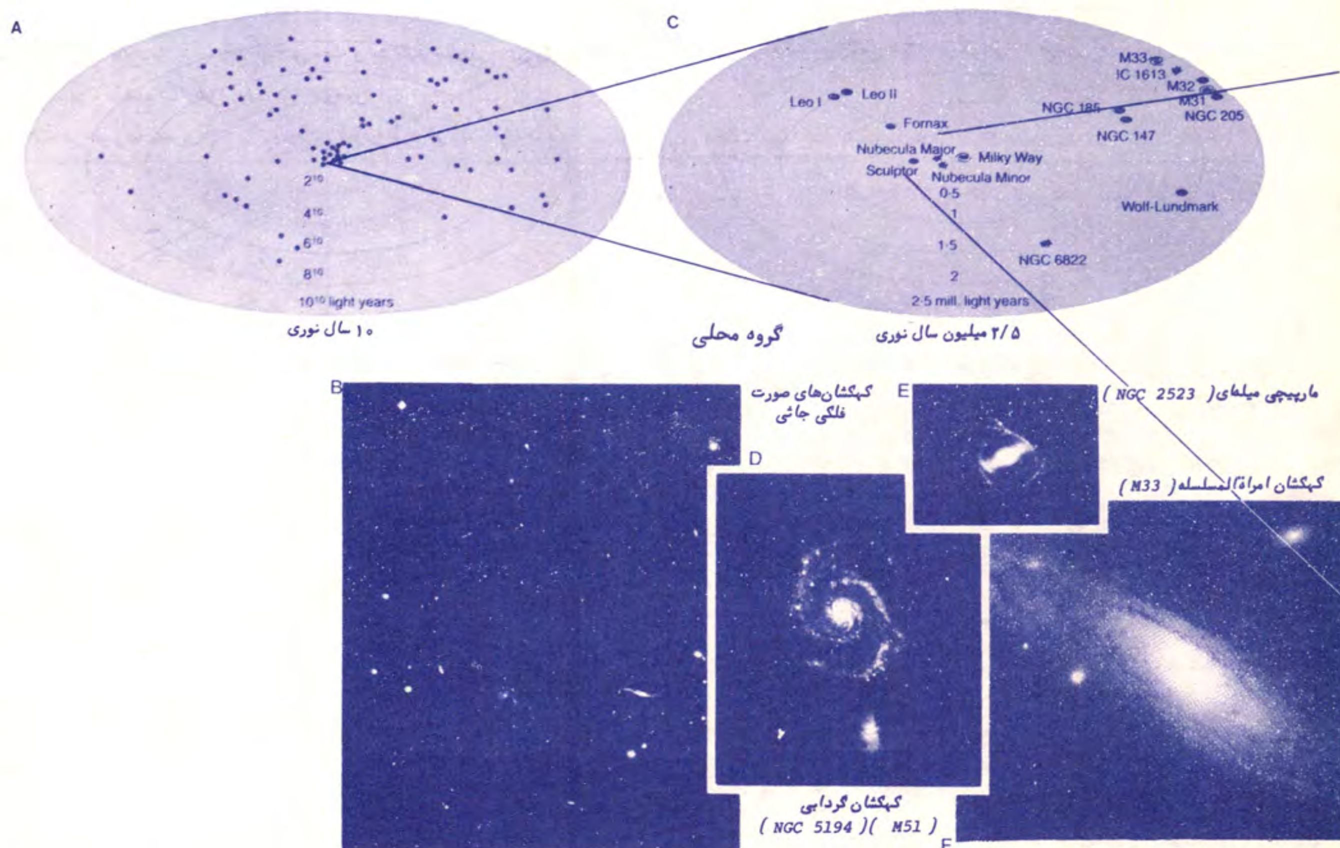
چگونگی گردش سیارات و اقمار آنها را بایستی در قوانین ریاضی و فیزیک جستجو کرد ، خلاصه اینکه ، جرمی که دارای حرکت مداری است تحت تأثیر نیروئی قرار می‌گیرد که آنرا بر مسیرش نگه می‌دارد .

اندازه‌گیری‌های اصلی

Basic Measurements

اطلاعات مربوط به اجرام منظومه خورشیدی از تجزیه و تحلیل نورهای بازتافته از سطح آنها بدست می‌آید و با تفسیر اطلاعات مزبور ، اندازه‌گیری ابعاد فیزیکی و خواص عمومی و همچنین ترکیبات شیمیائی‌مواد متشکلهٔ سیارات امکان‌پذیر می‌شود .

دقت در نشانه‌روی موقعیت سیارات ، راه‌را برای اندازه‌گیری و تعیین دقیق ابعاد مدار آنها می‌گشاید و اندازهٔزاویه‌ای قرص‌ظاهری همراه بافاصله سیارات از زمین به تعیین ابعاد فیزیکی آنها می‌انجامد . جرم سیاراتی که دارای قمر هستند به‌آسانی قابل اندازه‌گیری است و در مورد آن دسته از سیاراتی که فاقد قمر می‌باشند ، از تأثیر سیاره مزبور بر سیاره همسایه کمک گرفته‌می‌شود . با در دست داشتن جرم سیارات‌وهمچنین ابعادشان ، تراکم آنها را تعیین می‌کنند . مقدار شتاب که به مقدار ثقل در سطح‌سیاره بستگی دارد ، بوسیله جرم و شعاع سیاره محاسبه می‌گردد و از این راه میزان سرعت گریز *Escape Velocity* سیارات را محاسبه می‌نمایند .



مرزهای جهان

پاره‌ای اجرام که در فاصله‌های دوردست جهان قرار گرفته‌اند اخترنما *Quasar* نام دارند که ظاهرا"با سرعتی نزدیک بسرعت نور از ما دور می‌شوند . دانش امروز اجرام موجود در فضا را به شرح زیر طبقه‌بندی می‌کند .
(*A*) جرم‌هائی که بیش از ۱۳،۰۰۰ میلیون سال نوری از ما فاصله دارند و بهیچ شیوه‌ای اعم از رادیوئی و یا اپتیک قابل بررسی نیستند . (*B*)ــ آن دسته از کهکشان‌هائی که در فاصله‌ای حداکثر برابر ۷۵۰ میلیون سال نوری قرار گرفته‌اند ، قابل رویت و مطالعه می‌باشند . (*C*)ــ کلیه اعضای گروه محلی که کهکشان ما نیز جزئی از آن است در فاصله‌ای حدود ۲/۵ میلیون سال نوری قرار دارند . (*D*)ــ کهکشان راه شیری یک کهکشان مارپیچی است و شباهت فراوانی به گرداب دارد . (*E*)ــ بسیاری از کهکشان‌ها از نظر شکل‌در ردیف مارپیچی حلقوی قرار گرفته و دارای هسته‌ای باریک و دراز هستند . (*F*) کهکشان زیبای امراة‌المسلسله یاآنــدرومدا یکی از نزدیک‌ترین کهکشان‌ها به کهکشان راه شیری است .

منظومهٔ شمسی

SOLAR SYSTEM

منظومهٔ شمسی Solar System از خورشید و نه سیاره اصلی (تیریا عطارد Mercury ، ناهید یا زهره Venus ، زمین Earth ، بهرام یا مریخ Mars ، برجیس یا مشتری Jupiter ، کیوان یا زحل Saturn ، اورانوس Uranus ، نپتون Neptune و پلوتو Pluto) و اقمار Satellites آنها و همچنین اجرام کوچکی بنام سیارکان Asteroids ، دنباله‌داران Comets شهابوارها Meteoroids وقدری گاز و غبارهای بین سیاره‌ای تشکیل یافته است .

میدان ثقل کرهٔ خورشید که فرمانروای این خانواده است ، حرکت سیارات و دیگر اجرام منظومه را کنترل می‌کند ومیدان مغناطیس و تشعشات Radiations آن نقش بس مهمی را به ویژه روی گازها و غبارهای بین سیارات برعهده دارد .

قطر خورشید ۱،۳۹۲،۰۰۰ کیلومتر است که ۱۰۹ بار بزرگتر از قطر زمین و تقریبا" ده برابر بیشتر از قطر بزرگترین سیاره منظومه شمسی یعنی برجیس است. جرم Mass آن $۱/۹۸۹۱\times۱۰^{۳۰}$ کیلوگرم یا چیزی حدود ۳۳۰،۰۰۰ برابر جرم زمین و تقریبا" هزار برابر جرم برجیس یا مشتری است . با وجودی که خورشید ۹۹/۸ درصد جرم منظومهٔ خورشیدی را از آن خویش ساخته است ، ولی با مقایسه حجم آن (که ۱،۳۰۳،۰۰۰ برابر حجم زمین) و جرم آن (که حدود ۳۳۰،۰۰۰ برابر زمین است) به خوبی متوجه می‌شویم که میزان تراکم یا انبوهش آن به نسبت قابل ملاحظه‌ای کمتر از تراکم زمین بوده و به چیزی حدود کمتر از یک چهارم انبوهش زمین می‌رسد که خود منعکس کننده تفاوت کلی در ساختار کرات مزبور است .

مدار سیارات و فاصله آنها از خورشید Planetary Orbits & Distances

یوهان کپلر Johannes Kepler نخستین کسی است که در سال

اندازهٔ نسبی	اقمار	۱	۲	۳	۴	۵	٦	۷	۸	۹	۱۰	۱۱
تیر (عطارد)		69.7	45.9	57.9	0.387	0.240	87.969	115.88	0.2056	7.00	47.89	1°22'40"
ناهید (زهره)		109.0	107.4	108.2	0.723	0.615	224.701	583.92	0.0067	3.39	35.03	44'15"
زمین	MOON	152.0	147.0	149.6	1.000	1.000	365.256	-	0.0167	-	29.79	31'59"
بهرام (مریخ)	PHOBOS, DEIMOS	249.0	206.0	227.9	1.523	1.880	686.980	779.94	0.0934	1.85	24.13	21'
برجیس (مشتری)	GANYMEDE, CALLISTO, IO, EUROPA, AMALTHEA, HIMALIA, ELARA, 1979 J2, METIS, ADRASTEA, PASIPHAE, CARME, SINOPE, LYSITHEA, ANANKE, LEDA	815.7	740.9	778.3	5.202	11.862	4,332.589	398.88	0.0484	1.30	13.06	6'09"
کیوان (زحل)	TITAN, RHEA, IAPETUS, DIONE, TETHYS, ENCELADUS, MIMAS, HYPERION, 1980 S27, 1980 S26, PHOEBE, 1980 S6, 1980 S1, 1980 S3, 1980 S28, 1980 S13, 1980 S25, 4 SMALL SATELLITES	1,507.0	1,347.0	1,427.0	9.538	29.457	10,759.22	378.09	0.0556	2.49	9.64	3'22"
اورانوس	TITANIA, OBERON, UMBRIEL, ARIEL, MIRANDA	3,004.0	2,735.0	2,869.6	19.181	84.013	30,684.8	369.66	0.0472	0.77	6.81	1'41"
نپتون	TRITON, NEREID	4,537.0	4,456.0	4,496.7	30.058	164.793	60,190.5	367.49	0.0086	1.77	5.43	1'04"
پلوتو	CHARON	7,375.0	4,425.0	5,900.0	39.44	247.7	90,465.0	366.73	0.250	17.2	4.74	49"

لبه خورشید

۱ - حداکثر فاصله از خورشید (برحسب میلیون کیلومتر)
۲ - حداقل فاصله از خورشید (برحسب میلیون کیلومتر)
۳ - متوسط فاصله از خورشید (برحسب میلیون کیلومتر)
۴ - متوسط فاصله از خورشید برحسب واحد نجومی
۵ - دوره نجومی برحسب سال زمینی
٦ - دوره نجومی برحسب روز زمینی
۷ - دوره هلالی برحسب روز زمینی
۸ - خروج از مرکز مدار
۹ - میزان میل مدار نسبت به دایرة البروج برحسب درجه
۱۰ - سرعت متوسط مداری برحسب کیلومتر در ثانیه
۱۱ - قطر ظاهری متوسط خورشید آن چنانکه از سیاره دیده می‌شود .

۱۶۰۹ میلادی به بیضی شکل بودن مدار گردش سیارات پی برد. مطابق این نظریه که نخستین قانون از قوانین سه‌گانه کپلر بشمار می‌آید، مدار گردش سیارات به دور خورشید شکلی است بیضی که خورشید در یکی از دو کانون آن جای دارد و اگر بخواهیم علمی‌تر صحبت‌کنیم، باید بگوئیم که خورشید و سیارات آن پیرامون گرانیگاه Barycenter منظومه شمسی یعنی نقطه‌ای که بر مرکز واقعی خورشید منطبق نبوده و کمی نسبت به آن فاصله دارد گردش می‌کنند.

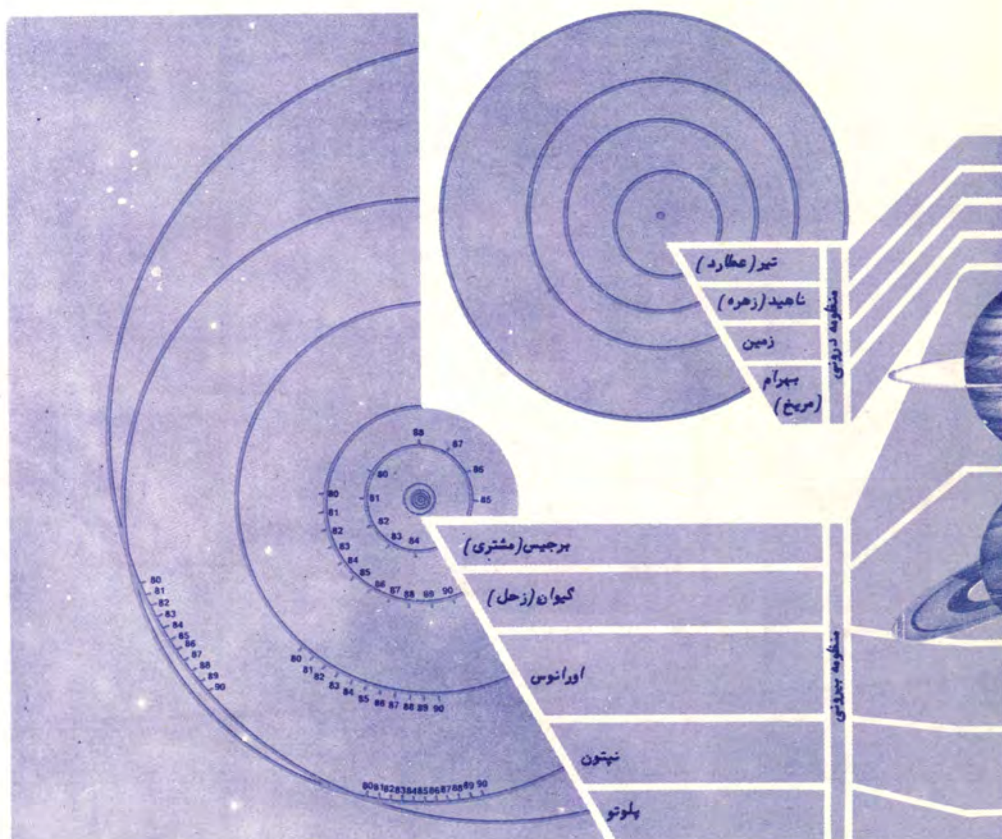
برابر قانون دوم کپلر، شعاع حامل سیاره (یعنی خط واصل میان خورشید و سیاره) در زمان‌های مساوی سطوح برابر می‌پیماید، به همین مناسبت سیارات هنگام عبور از نزدیکی خورشید سریع‌تر از زمانی که از آن دورند حرکت می‌کنند. نقطه‌ای ازمدارگردش هر سیاره که نزدیکترین فاصله از خورشید را داراست پری هلیون Perihelion و آنکه دورترین فاصله را داراست افلیون Aphelion نام دارد.

سومین قانون کپلر رابطهٔ میان زمان گردش سیاره و فاصله متوسط آن را از خورشید بیان می‌دارد. اگر سال زمینی را بعنوان واحد اندازه‌گیری زمان و فاصلهٔ میان زمین تا خورشیدیعنی‌واحد نجومی را واحد اندازه‌گیری فاصله محسوب داریم، در این‌حال فرمول $P^2 = a^3$ که در آن p زمان و a فاصله متوسط از خورشید است، بیان کننده سومین قانون از قوانین سه‌گانهٔ کپلر خواهد بود.

اندازه و شکل هر بیضی را بنابر دو کمیت یکی نصف قطر طول و دیگری خروج از مرکز Eccentricity توصیف می‌نمایند.

سیارات نسبت به مدار زمین به دو دسته تقسیم می‌گردند، نخست سیاراتی که مدارشان درون مدار گردش زمین به دور خورشید قرار گرفته که به آنها سیارات زیرین یا سفلی Inferior Planets گفته می‌شود و دوم سیاراتی که مدارشان خارج از مدار گردش زمین است و به آنها سیارات زبرین یا علوی Superior Planets می‌گویند.

سیارات زبرین هنگامیکه در آسمان زمین مستقیما" در برابر خورشید قرار می‌گیرند، در حالت روبروئی یا مقابله Opposition واقع می‌شوند و زمانی که زاویه حاصله از سیاره و زمین و خورشید (زمین در راس آن) ۹۰ درجه باشد به آن تربیع Quadrature می‌گویند. چه سیارات زیرین و چه‌سیارات زبرین، هنگامیکه در راستای زمین‌و خورشید واقع شوند، در مرحله‌ای بنام همسوئی یا مقارنه Conjunction قرار می‌گیرند. چنانچه سیاره زیرین بین زمین و خورشید باشد مقارنه درونی و هرگاه خورشید بین زمین و سیاره قرار گیرد مقارنه بیرونی بوجود خواهد آمد. پدیده‌هائی چون صور یا اهله Phases و گرفت‌ها Eclipses محصول قرار گرفتن سیارات یا اقمار آنها نسبت به زمین و خورشید است.



پیدایش منظومهٔ خورشیدی

ORIGINS OF THE SOLAR SYSTEM

به گمان دانش نوین، از عمر جهان حدود ۱۳،۰۰۰ میلیون سال می‌گذرد و منظومهٔ خورشیدی نیز حدود ۴،۵۶۰ میلیون سال عمر دارد. دانشمندان بر این باورند که پیدایش جهان که از شمار بس عظیمی منظومهٔ کهکشانی تشکیل یافته، با عمل ویژه‌ای بنام انفجار بزرگ Big Bang آغاز گردیده است. فراوانی عنصرهای ئیدرژن و هلیوم، یکی از ویژگی‌های آغاز آفرینش جهان بوده و عناصر سنگین‌تر در مراحل بعدی یعنی بدنبال انفجار اَبَرنواختران Supernova و غول‌های سرخ رنگ Red Giants تولید گردیده‌اند.

ابرهای خورشیدی

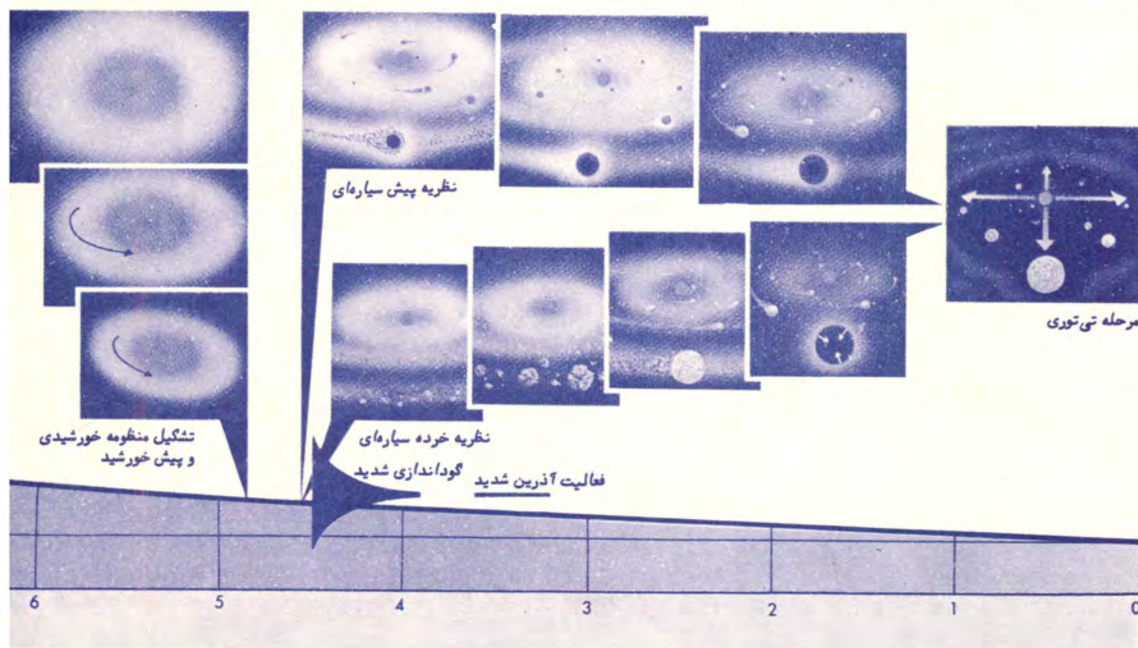
Solar Nebula

دانش نوین، آفرینش منظومه خورشیدی را فرآوردهٔ موادی بنام ابرهای خورشیدی Solar Nebula می‌شناسد. تا همین اواخر باور همگان براین بود که ابرهای خورشیدی ترکیبی است از گونه‌ای شهابوار فاقد ئیدرژن و هلیوم و گازهای نادر. بررسی‌های اخیر روی ایزوتوپ‌های ویژه‌ای چون ایزوتوپ ^{16}O ناهنجاری هائی را در زمینه ایزوتوپ ابری‌ها نشان می‌دهد و ناهمگن بودن آنها را تأیید می‌نماید. گروهی از دانشمندان بر این باورند که فعالیت اَبَرنواختران به پیدایش موادی که موجبات ناهنجاری و ناهمگنی تکاثف و انبوهش ابرهای خورشیدی را فراهم می‌آورد منجر می‌گردد. گروهی دیگر بر این اعتقادند که ناهنجاری‌های ایزوتوپی در ذراتی که در مرحله انبساط اَبَرنواختران تولید گردیده‌اند، از پیش موجود بوده است.

بیشتر کیهان‌شناسان Cosmologists فرضیه‌ای را که نخستین‌بار درسال ۱۷۹۶ در زمینه‌کیهانزائی Cosmogony بوسیله پیر سیمون لاپلاس Pierre Simon Laplace عرضه گردیده است، تأیید می‌نمایند. این دانشمندان در تکمیل فرضیه لاپلاس معتقدند، در آغاز توده گازهای ابری شکلی که از جرم گستردهٔ رقیق و داغی تشکیل‌نیافته، وجود داشته است. تودهٔ مزبور که از یک حرکت دورانی پیروی می‌کرده، تحت تأثیر گرانش Graviation خود منقبض گردیده و بمرور سردتر شده است. این توده که درآغاز کروی‌شکل بوده است، در پی افزایش‌چرخش، شکلی بیضوی یافته و مواد درون‌آن به‌آرامی به سوی مرکز روان گردیده و توده مرکزی یا پیش خورشید Proto - Sun را پدید آورده است.

نیروی ثقل توده مزبور که بمرور فزونی می‌یافته به تراکم هرچه‌بیشتر آن کمک نموده و در مقابل از حجم آن کاسته گردیده و دمای درونی آن به حدمساعدبرای‌واکنش‌های‌دماهسته‌ای Thermonuclear Reactions فزونی یافت و سرانجام کرهٔ‌خورشید بدینسان که امروز می‌شناسیم، پدیدآمد.

در زمینه پیدایش سیارات، نظرات گوناگونی وجود دارد که در این مجمل فقط دوتا از آنها را که بیش از سایرین از ارزش بررسی برخورداراست، مورد مطالعه قرار می‌دهیم. نخست نظریهٔ پیش سیاره‌ای Proto-Planet Theory و دوم نظریهٔ خرده سیاره‌ای



.*Planetesimal Theory*

بنابر نظریهٔ نخست ، ناپایداری ثقل ابری‌ها موجبات پیدایش توده‌های عظیم پیش سیارات را فراهم آورده است .

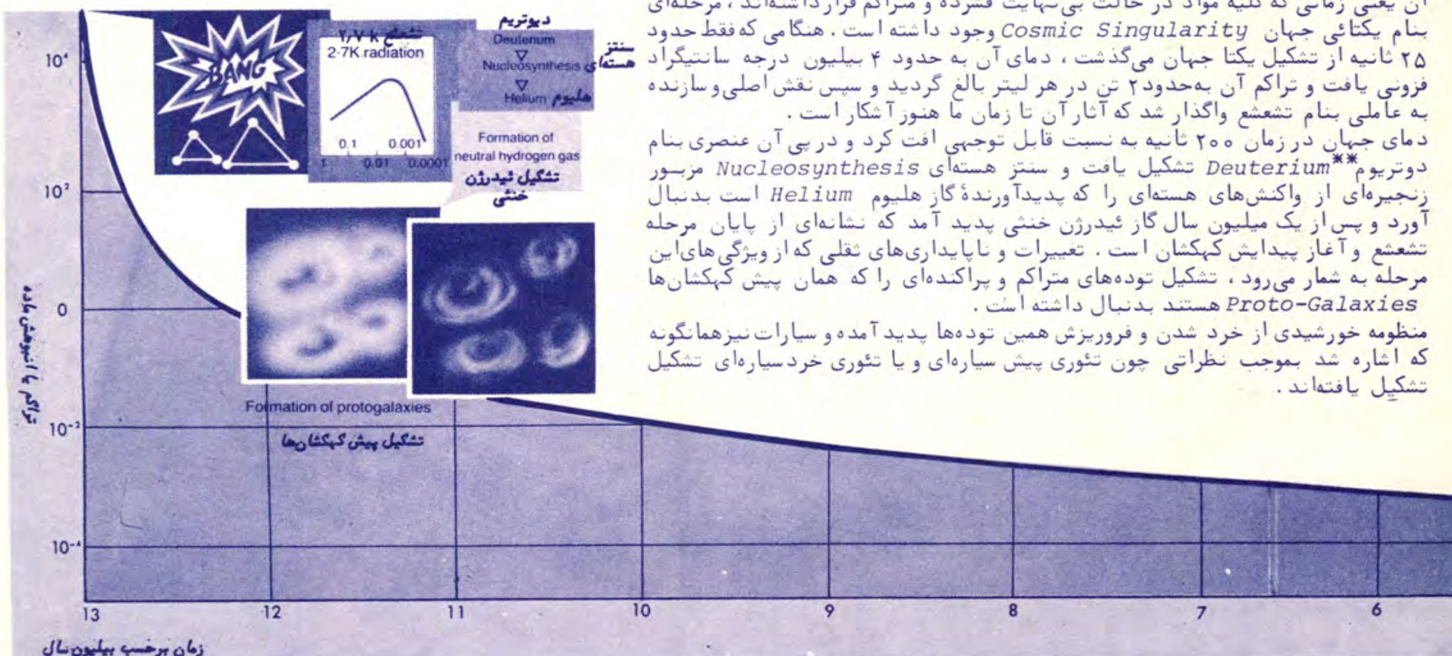
نظریه دوم گویای آن است که رویش سیارات از برخورد و بهم پیوستن ذرات بسیار ریز غبار آغاز گردیده و انبوهش و رشد تدریجی آنها نخست به پدید آمدن سیارکان و سپس به پیدایش سیارات انجامیده است . شاید منطقی باشد بپذیریم که ، نظریهٔ نخست بیشتر در مورد سیاراتی مانند برجیس (مشتری) و کیوان (زحل) که از توده‌های عظیم گاز تشکیل یافته‌اند صدق کرده و نظریهٔ دوم در مورد گروه سیارات خاکی مانند تیر ، ناهید ، زمین و مریخ و غیره صادق است .

شهابوارها چه می‌گویند
Evidence From Meteorites

از آنجائی‌که نیروی الکترواستاتیک ضعیفی برای گردآوری ذرات غبار و تبدیل آنها به دانه‌های درشت ترکافی است ،لذا شهابوارها *Meteorites* که هرکدام حداقل از بیست کانی گوناگون تشکیل یافته‌اند می‌توانند ما را در حل بسیاری از معماهای کیهانی یاری دهند و راهنمای ارزنده‌ای در پژوهش‌های کیهانی بشمار آیند . تنوع و گوناگونی‌های همانندی که در سیارکان نیز حاکم است دال بر ناهمگونی ابرهای خورشیدی در مراحل بسیار اولیه رویش و تکامل بوده و نسبت‌های مختلف عناصر گوناگون را در رویش خرده سیارات آشکار می‌نماید و هر سیاره را از ویژگی خاصی بهره‌مند می‌سازد . بطور مثال سیاراتی چون برجیس (مشتری) و کیوان (زحل) که در فواصل نسبتاً" دوری از خورشید قرار گرفته‌اند ، قسمتهائی از ئیدرژن و هلیوم خورشید را در خود ذخیره نموده و قمرهای آنها از توده‌های عظیمی از یخ تشکیل یافته‌اند . این شرایط نشان می‌دهد که دمای این قسمت از منظومه خورشیدی ظاهرا" هیچگاه از سیصد درجه کلوین *Kelvin* تجاوز نکرده است ، برعکس در مورد سیارات نزدیکتر به خورشید ، ئیدرژن و هلیوم و گازهای کمیاب در روزگار اولیه آفرینش از میان رفت و پیش از آن‌که سیارات این قسمت در قالب‌های امروزی درآیند ، گازهای مزبور را بکلی از دست دادند . یکی از نظرات گوناگونی که درباره چگونگی این رویداد ارائه گردیده ، گویای آن است که خورشید بفاصله کوتاهی پس از تشکیل خانواده به مرحله تی‌توری* *T-Tauri* وارد گردیده و بخش‌های درونی منظومهٔ خویش را بشدت تحت تأثیر بادهای خورشیدی بسیار نیرومند قرار داده و سطح سیارات مجاور خویش را از عنصرهای ئیدرژن و هلیوم و گازهای کمیاب و حتی جو نخستین بکلی زدوده است .

چهرهٔ واقعی و مؤثر نیروی ثقل پس از افزایش حجم و نمو سیارات ظاهر شد و نقش واقعی و حیاتی آن در تکامل سیارات آشکار گردید . عناصر رادیواکتیویته‌ای چون عنصر *26AL* که در سیارات ذخیره گردیده بود ، شروع به تلاشی و تباهی نمودند و موجبات گرمازائــی را که گاه تا مرحلهٔ گداختگی پیش می‌رفت فراهم آوردند و بخش گوشته *Mantle* و توده مرکزی یا هستهٔ سیارات را بنیان نهادند . طی فرآیندهای مزبور که احتمالا" در صد میلیون سال نخستین عمر سیارات انجام شده ، گازهای ئیدرژن بی‌اندازه زیادی آفریده شد و درمقابل از حجم ابزهای خورشیدی به‌نسبت زیادی کاسته گردید .

در مراحل بعدی با رویداد دیگری بنام بمباران شهابی آشنا می‌شویم که آبله‌گون شدن چهرهٔ سیارات و فزونی انبوهش و دما تا حد گداختگی از ویژگی‌های آن است . پیدایش پوسته و آرایش شیمیائی وخودنمائی انواع ساختارهای درونی را نیز بایستی جزو مراحل بعدی تکامل که به روزگار ما نزدیکتر است بشمار آورد .



به زبان ساده ، آفرینش جهان از لحظه‌ای بنام انفجار بزرگ آغاز گردیده است ، پیش از آن یعنی زمانی که کلیهٔ مواد در حالت بی‌نهایت فشرده و متراکم قرار داشته‌اند ، مرحله‌ای بنام یکتائی جهان *Cosmic Singularity* وجود داشته است . هنگامی که فقط حدود ۲۵ ثانیه از تشکیل یکتا جهان می‌گذشت ، دمای آن به حدود ۴ بیلیون درجه سانتیگراد فزونی یافت و تراکم آن به‌حدود ۲ تن در هر لیتر بالغ گردید و سپس نقش اصلی و سازنده به عاملی بنام تشعشع واگذار شد که آثار آن تا زمان ما هنوز آشکار است .
دمای جهان در زمان ۲۰۰ ثانیه به نسبت قابل توجهی افت کرد و در پی آن عنصری بنام دوتریوم** *Deuterium* تشکیل یافت و سنتز هسته‌ای *Nucleosynthesis* مزبور زنجیره‌ای از واکنش‌های هسته‌ای را که پدیدآورندهٔ گاز هلیوم *Helium* است بدنبال آورد و پس از یک میلیون سال گاز ئیدرژن خنثی پدید آمد که نشانه‌ای از پایان مرحله تشعشع و آغاز پیدایش کهکشان است . تغییرات و ناپایداری‌های ثقلی که از ویژگی‌های این مرحله به شمار می‌رود ، تشکیل توده‌های متراکم و پراکنده‌ای را که همان پیش کهکشان‌ها *Proto-Galaxies* هستند بدنبال داشته است .
منظومه خورشیدی از خرد شدن و فروریزش همین توده‌ها پدید آمده و سیارات نیز همانگونه که اشاره شد بموجب نظراتی چون تئوری پیش سیاره‌ای و یا تئوری خردسیاره‌ای تشکیل یافته‌اند .

---

* *تی‌توری نام نخستین ستاره‌ای است که این حالت برای اولین بار در آن مشاهده شد . م*

** *یکی از ایزوتوپ‌های ئیدرژن که جرم آن دو برابر ئیدرژن معمولی است و به آن ئیدرژن سنگین نیز گفته می‌شود . م*

فرگشت یا تکامل سیارات

EVOLUTION OF THE PLANETS

چهرهٔ سیارات کلا" از آغاز آفرینش تا روزگار ما دستخوش دگرگونی های شگرفی بوده است . عامل این دگرگونی‌ها را در فرآیندهای دینامیکی مانند گودانداری Cratering ، کنش‌های شیمیائی ، آذرگری Volcanism و فرسایش Erosion باید جستجو کرد .

آگاهی دانشمندان در زمینه تکامل سیارات درونی از سیارات بیرونی بیشتر و کامل‌تر است .

گودانداری
Cratering

یا ایجاد حفره‌های شهابی را بایستی نخستین گام از مراحل تکاملی سیارات منظومه خورشیدی محسوب داشت . کرهٔ ماه که از اثرات فرسایش به دور است ، بهترین و کامل‌ترین نمونهٔ گودانداری را عرضه می‌دارد و مکان نزدیک و مناسبی را برای بررسی گودال‌های حاصله از برخورد شهابوارها و سنگهای آسمانی در اختیار دانشمندان قرار می‌دهد . در دشت‌ها یا دریاهای ماه که از سیلاب‌های تفتالی منعلق به آتشفشانی‌های حدود ۳۵۰۰ میلیون سال پیش تشکیل یافته است گودهای بسیاری یافت می‌شود که اندازهٔ آنها به ابعاد شهابوارها و سنگهائی که سطح کرهٔ مزبور را بمباران کرده‌اند بستگی دارد . بطوری که در شکل یکم (گودانداری) دیده می‌شود ، بر اثر برخورد پرتابه‌ای Missile چون یک شهابوار و یا یک سنگ آسمانی به پهنه‌ای مانند سطح کره ماه لرزش‌هائی

نور خورشید

جو

رهائی گازهای فرار — گاز افشانی — واکنش شیمیائی — تبخیر و تکاثف

5A طیف جو سیارات — ناهید — بهرام — زمین — دمای درخشندگی (K)

B — برجیس — کیوان — تیتان

شماره موج (cm⁻¹)

فرسایش

ریزش و آوار — بادرویش — آبفرسائی

جو — پوسته — (پوشته) — توده مرکزی

بنام امواج لرزه‌ای درسطح مورد اصابت و همچنین درپرتابه ایجادمی‌شود (شکل *1A*) و فشار حاصله به تبخیر پرتابه منجر می‌گردد و مواد حاصله از برخورد را با سرعت زیاد به بالا پرتاب‌می‌نماید . درمرحلهٔ بعداز سرعت مواد مزبور کاسته‌می‌شود و دهانه‌ای حفره‌مانند ایجادمی‌گردد (شکل *1B*) . موادی که از مرکز دهانه به خارج پرتاب شده (شکل *1C*) دوباره به سطح هدف باز می‌گردد و حلقه برجسته‌ای در پیرامون دهانه پدید می‌آورد (شکل *1D*) .

بررسی گودهای سطح ماه از متفاوت بودن شدت بمباران درطول زمان حکایت می‌نماید و گویای آن است که روند این شدت درچهارهزار میلیون سال پیش صد و حتی هزار بار شدیدتر از زمان کنونی بوده است . بمباران شهابی که احتمالا" تا سه هزار میلیون‌سال‌پیش با شدت ادامه داشته است در اصطلاح بمباران بزرگ *Great Bombardment* نام دارد .

کاسته شدن از شدت بمباران شهابی نشانهٔ آن است که میزان غبارها و ابری‌های خورشیدی موجود در فضا تا حد محسوسی رو به کاستی نهاده است .

اگر چهرهٔ تمام سیارات درونی بهمان نسبتی که ماه بمباران شده ، آبله‌گون شده باشد ، قاعدتا" بایستی نیمی از جرم‌های موجود در کمربند سیارکان *Asteroid Belt* بمصرف رسیده باشد . براساس‌همین‌شواهد ، چهرهٔ کره زمین نیز طبیعتا" طی زمان بمباران بزرگ بشدت مورد هدف‌قرار گرفته و آسیب‌های فراوانی را تحمل نموده است ، ولی‌فرآیندهای دینامیکی دیگری مانند فرسایش و زمینسازش *Tectonition* ، بسیاری از این‌آثار را از میان برداشته و جز تعدادی معدود چیزی از آن به یادگار نگذارده است . درمقابل ، آثار آن را درچهرهٔ سیاراتی مانندتیر و بهرام و قمرهای برجیس و کیوان که همچنان دست نخورده باقی مانده‌اند بخوبی می‌توان مشاهده نمود .

پژوهش های راداری و نقشه‌برداری از سطح ابرآلود سیاره ناهید یا زهره اثرات فراوانی از فعالیت‌های آذرین و گودانداری را نمایش می‌دهد .

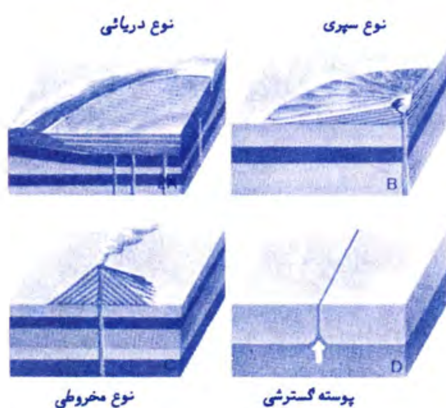
رویهمرفته تفاوت‌های گودانداری سیارات را بایستی در اختلاف سرعت در تکامل آنها و بازتاب اثرات عواملی چون فرسایش و فعالیت‌های آذرین جستجو کرد .

کنش های شیمیائی
Chemical Differentiation

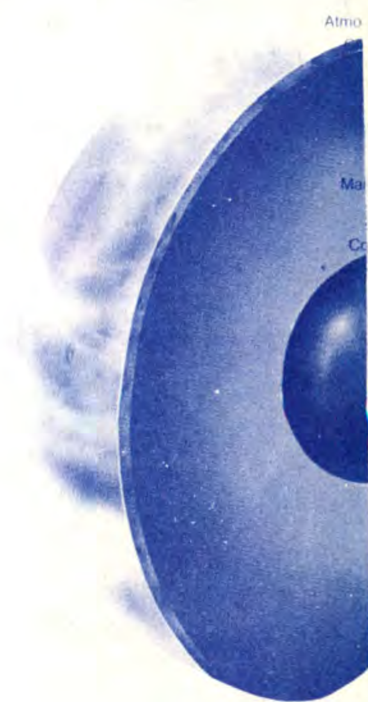
فرآیندها پس از انبوهش به یک سری دگرگونی‌های جدی و اساسی منجر گردیده و اثرات گوناگونی در سیارات بجای گذارده است .

در کرهٔ ماه ، انرژی حاصله از انبوهش بحدی فزونی یافت که نیمی از جرم آن به‌گدازش درآمد و در پی آن توده مرکزی کوچکی بنام هسته‌پدید









آمد و گریز مواد فرار آغاز گردید .

فزونی دما و گدازش مواد ، فعالیت های آذرین گسترده‌ای را در کره مزبور بهمراه آورد (شکل‌های 2) و تفتال Magma های سیاهسنگی Basaltic از هر سو در سطح ماه روان گردید و پستی‌ها و گودی‌ها را لایه ستبری از گدازه‌های آذرین پوشانید (شکل 2A) و عوارضی را بنام دریاهای ماه پدید آورد . بطور کلی شکل عوارضی که از رها شدن تفتال و فرار گرفتن گدازه‌ها ایجاد می‌گردد ، بستگی دارد به : چنانچه تفتال از یک دهانه منفرد به خارج پرتاب گردد و جنس آن نیز رقیق باشد ، آتشفشان پهن و کوتاهی پدید می‌آید که به آن سپر آذرین Volcanic Shield می‌گویند (شکل 2B) و سخت بودن و غلیظ بودن تفتال کوه‌بلند و کشیده‌ای را بنام مخروط آتشفشان Volcanic Cone پدید می‌آورد (شکل 2C) . ولی اگر تفتال از شکافهای ممتد و کشیده‌ای به خارج فوران یابد ، موجبات انبساط و گسترش پوسته را فراهم می‌آورد (شکل 2D) . نحوه آذرگری Volcanism و توالی و عملکرد رویدادها در کره زمین با آنچه در مورد کرهٔ ماه گفته شد متفاوت است ، بدینسان که گداختگی مواد به نفوذ کانه‌هائی چون آهن و نیکل به اعماق زمین و انباشته شدن آنها در تودهٔ مرکزی یا هسته کمک نمود و تفتال‌هائی که به سطح زمین راه یافته بودند ، پیدایش پوسته آغازین را موجب گردیدند . حرکات توده مرکزی و جنبش‌های بخش گوشته که تکتونیک یا زمینسازش نام دارد (شکل‌های 3) ، عوارضی را مانند چین Fold ، گسله Fault (شکل‌های 3A و 3B) وصفحات حامل Tectonic Plates (شکل 3C) را جلوه‌گر می‌سازد .

چرخش سیارات به گرد محور خویش میدان مغناطیسی در پیرامون خود تولید می‌کند که نمونه‌هائی از آن را در اطراف سیاراتی چون زمین ، برجیس یا مشتری ، کیوان و همچنین تیر یا عطارد می‌توان مشاهده نمود .

جو سیارات
Planetary Atmospheres

اینکه بگوئیم جو سیارات دقیقاً" در چه زمان و چگونه تشکیل یافته است ، کار بس دشواری است ، ولی چیزی که مسلم است این است که جو آغازین سیارات با جو کنونی آنها کاملا" متفاوت بوده است .

قراینی در دست است گویای آن که گازهای مراحل نخستین پیدایش سیارات که بدون‌تردید طی‌فعالیتهای آذرین پدید آمده‌اند . طی‌فرآیندی بنام گاز رهائی Degassing از میان رفته‌اند .

جو اولیه زمین که به روزگار نوباوگی کره خاکی ما تعلق داشته است ، به احتمال زیاد آمیزه‌ای از بخار آب ، ئیدرژن ، ئیدرژن کلراید ، منواکسید کربن ، دی‌اکسید کربن و نیتروژن بوده که ئیدرژن آن اکثراً" به فضای اطراف پراکنده گردیده و اکسیژن آن نیز اغلب با گازهائی چون متان و مونواکسید کربن و کانی‌های بلورین درهم آمیخته بوده و فقط بخش اندکی از آن بصورت آزاد وجود داشته است .

رویهمرفته وضعیت و موقعیت سیارات منظومه خورشیدی در پراکنش و یا انبوهش و تحولات بعدی جو آن‌ها موثر بوده است . بطور مثال فزونی گاز دی اکسید کربن در سیاره ناهید به افزایش چشمگیر دمای سطح آن سیاره انجامیده و کره مزبور را در قیاس با حیات زمینی به دوزخی تحمل ناپذیر دگرگون ساخته است ، حال آنکه گاز مزبور در زمین با پاره‌ای مواد پوسته‌ای درهم آمیخته و کانی‌هائی مانند سنگ آهک ، زغال سنگ و نفت را پدید آورده است . اما در سیارهٔ تیر یا عطارد که به خورشید خیلی نزدیک است گازی بنام جو ابداً" وجود نداشته و کرهٔ بهرام (مریخ) هم‌که از جثه نسبتاً" کوچکی برخوردار است قادر به نگهداری جو خویشتن نبوده و تقریباً" آن را از دست داده است . در مقابل سیارات غول پیکر منظومه خورشیدی بدلیل جثهٔ عظیم و جرم زیاد ، گازهای فراوانی را در پیرامون خود انباشته‌اند . خلاصه اینکه ، طی نخستین روزگار آفرینش جو سیارات دستخوش‌دگرگونی‌هائی گردیده‌است (شکل‌های 4) عمل بمباران شهابی و گوداندازی چهرهٔ‌سیارات ، ازجمله عواملی‌است که موجبات پیدایش گازهای فرار را فراهم ساخته است (4A) . فعالیتهای‌آذرین‌نیزیکی‌دیگراز عوامل پدید آورندهٔ گاز بوده است (4B) . فعل و انفعالات شیمیائی در هوا و سنگ‌ها را نیز بایستی یکی دیگر از عوامل پدید آورندهٔ گاز محسوب داشت (4C) و گردش هوا از طریق تبخیر و ریزش را نیز از نظر نباید دورداشت (4D) .

وضعیت‌طیفی سیارات‌در روزگار ما را می‌توان‌در (شکل‌های 5)ملاحظه نمود . در شکل مزبور مراحل مختلف تکامل سیارات درونی (5A) و تکامل سیارات بیرونی (5B) دیده می‌شود .

فرسایش پوسته و پراکندگی و آوار شدن و نهشته گردیدن موادآن همراه با فعالیتهای آذرین موجبات دگرگونی چهره پاره‌ای سیارات‌را فراهم آورده‌است (شکل‌های 6) .نیروی ثقل سیارات به ریزش و لغزش موادپوسته انجامیده (6A) و عامل باد به فرسودگی و جابجا ساختن آنها کمک نموده است (6B) . آبهای جاری نیز بخش هائی از پوسته را تحت تأثیر قرار داده و بستر روانه‌ها را پدید آورده است (6C) .

کاوش منظومهٔ خورشیدی

EXPLORATION OF THE SOLAR SYSTEM

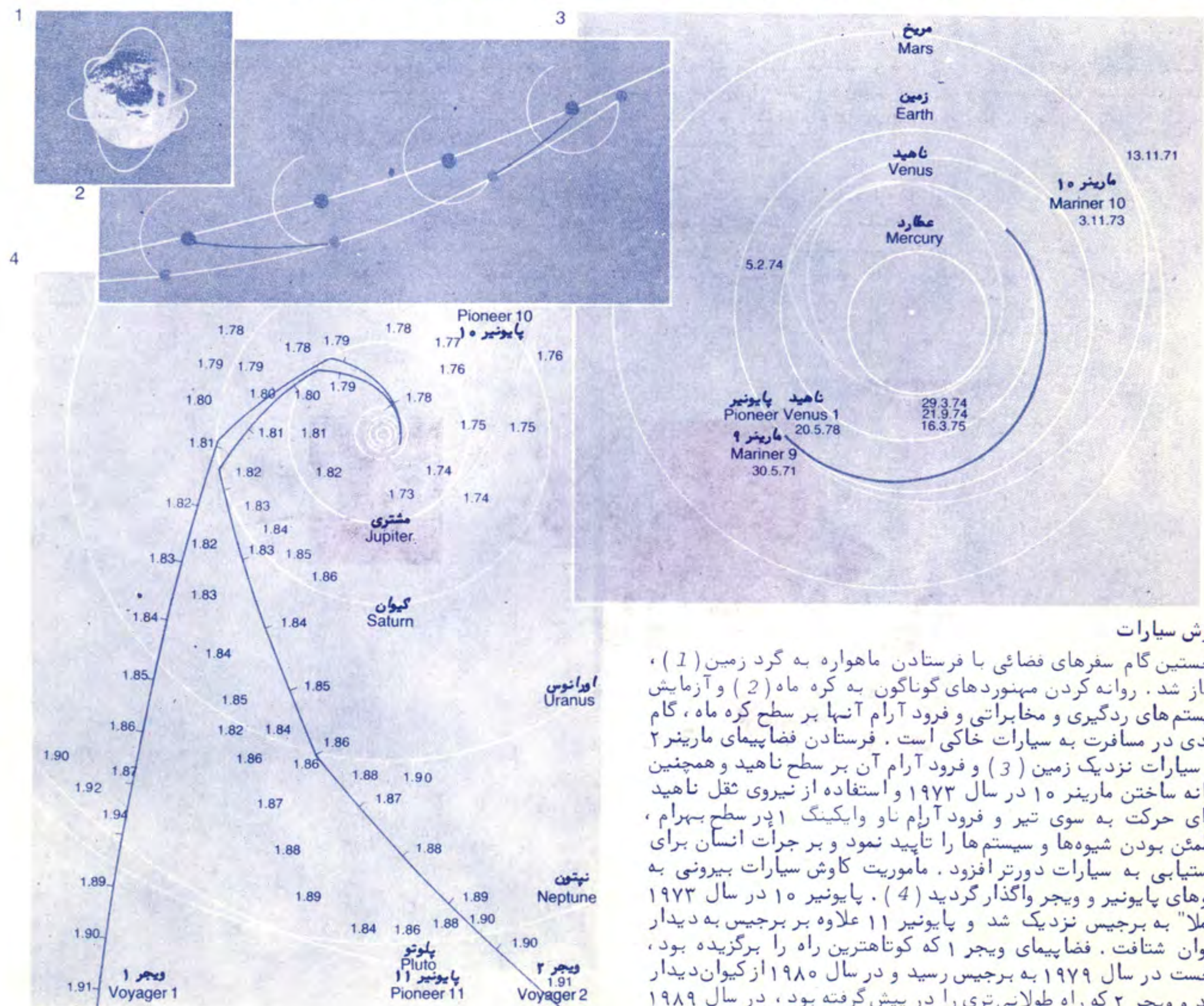
مسئله دستیابی به جهان‌های دور دست و آگاهی از چگونگی ستارگان و سیارات از جمله آرزوهای دیرین بشر محسوب می‌شود و به روزگارهای بسیار گذشته باز می‌گردد .

لوسین Lucian طنزنویس یونانی درقرن دوم میلادی داستانی درباره سفر به کره ماه به رشته تحریر درآورده و یوهان کپلر Johannes Kepler ستاره‌شناس نامدار آلمانی در سال ۱۶۳۴ طی داستانی تخیلی ، فضانوردی را بر دوش دیو مهربانی که تنوره‌کشان به آسمانها پرواز می‌کرد ، به‌کره ماه فرستاد .

خوشبختانه این رویاها در قرن بیستم با سرعت شگفت‌انگیزی به حقیقت پیوست و افق‌های علمی انسان در کمتر از سه دهه به سراسر منظومه خورشیدی گسترش یافت‌و گوشه‌ها و زوایای جهان ناشناخته‌خورشیدی به‌زیر بال‌های خاکیان بلند پرواز قرار گرفت .

سفرهای فضائی Space Voyages

چهارم اکتبر سال ۱۹۵۷ را بایستی سرآغاز عصرفضا محسوب داشت ، زیرا در این تاریخ نخستین ماهواره روسی بنام اسپوتنیک ۱ Sputnik به فضا پرتاب گردید و دیده‌های کنجکاو انسان را بهمراه خویش به درون



کاوش سیارات

نخستین گام سفرهای فضائی با فرستادن ماهواره به گرد زمین (*1*) ، آغاز شد . روانه کردن مهنوردهای گوناگون به کره ماه (*2*) و آزمایش سیستم‌های ردگیری و مخابراتی و فرود آرام آنها بر سطح کره ماه ، گام بعدی در مسافرت به سیارات خاکی است . فرستادن فضاپیمای مارینر ۲ به سیارات نزدیک زمین (*3*) و فرود آرام آن بر سطح ناهید و همچنین روانه ساختن مارینر ۱۰ در سال ۱۹۷۳ و استفاده از نیروی ثقل ناهید برای حرکت به سوی تیر و فرود آرام ناو وایکینگ ۱ در سطح بهرام ، مطمئن بودن شیوه‌ها و سیستم‌ها را تائید نمود و بر جرات انسان برای دستیابی به سیارات دورتر افزود . ماموریت کاوش سیارات بیرونی به ناوهای پایونیر و ویجر واگذار گردید (*4*) . پایونیر ۱۰ در سال ۱۹۷۳ کاملا" به برجیس نزدیک شد و پایونیر ۱۱ علاوه بر برجیس به دیدار کیوان شتافت . فضاپیمای ویجر ۱ که کوتاهترین راه را برگزیده بود ، نخست در سال ۱۹۷۹ به برجیس رسید و در سال ۱۹۸۰ از کیوان‌دیدار کرد و ویجر ۲ که راه طولانی‌تری را در پیش گرفته بود ، در سال ۱۹۸۹ از نپتون دیدار نمود .

فضا برد . تحولات بعدی با سرعت انجام یافت و ماهواره‌ها و مهنوردهای پیشرفته و گوناگون یکی پس از دیگری برای‌کاوش کره ماه به فضا روانه‌گردید و سرانجام در ژوئیه ۱۹۶۹ با پیاده شدن انسان در سطح کره ماه به اوج خود رسید .

فرستادن ناوهای فضائی به سیارات منظومه خورشیدی به محاسبات پیچیده و رعایت نکات و ریزه‌کاری‌های خیلی دقیق نیازمند بوده و نقش زمان و محاسبه هرچه دقیق‌تر آن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است .

برای رسیدن به سیارات لازم است تا ناوهای فضائی مسیر بیضی‌شکلی را که یک سر آن نقطه پرتاب واقع در مدار زمین و سر دیگر آن نقطه‌ای از مدار سیاره مورد نظر است . طوری بپیمایند که سیاره مورد نظر را در آن نقطه دیدار نمایند و یا تحت تاثیر ثقل آن تغییر جهت داده و به سوی سیاره و یا نقطه دیگری از فضا روان گردند .

مسیر مزبور که اصطلاحاً " مدار انتقال هوهمن Hohmann Transfer Orbit نامیده می‌شود ، در سفرهای فضائی نقش ارزنده‌ای داشته و محاسبه‌هرچه دقیق‌تر زمان از ویژگی‌های آن بشمار می‌آید .

در دستیابی به سیاره‌های ناهید (زهره) سال ۱۹۶۲ ، بهرام(مریخ) سال ۱۹۶۵ و برجیس(مشتری)سال ۱۹۷۳ اهمیت مدار انتقال هوهمن بخوبی آشکار گردید و به ویژه هنگامیکه از نیروی ثقل سیارات سر راه برای سرعت‌بخشیدن و به‌جلو راندن فضاناوها یاری گرفته‌شد بر جرأت وجسارت انسان افزود و وی را برای تسخیر سیارات دورتر از برجیس آماده ساخت .

مارینر ۱۰ Mariner نخستین ناوی است که با استفاده ازهمین شیوه دردسامبر ۱۹۷۳ به‌فضا روانه‌گردید . سرعت مارینر ۱۰ طوری محاسبه شده بود تا مسیر آن پس از ورود به مدار ناهید و دیدار با آن به‌یک‌بیضی بسته تبدیل‌شود و سپس تحت تأثیر ثقل ناهید به مدار تیر (عطارد)وارد گردد و به دنبال آن به‌دیدار خورشید بشتابد . این سفر اطمینان‌بخش بودن شیوه مزبور را بخوبی آشکار ساخت و به‌دنبال آن یکی از مهم‌ترین و مطلوب‌ترین سفرهای فضائی قرن بیستم آغاز گردید .

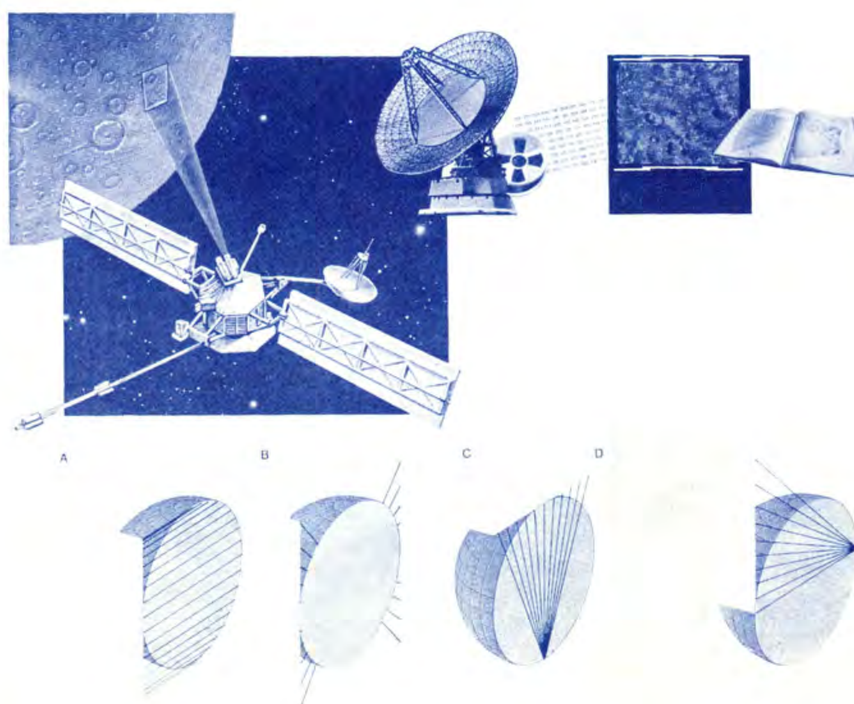
سال ۱۹۷۷ که شرایط نادری در وضع قرارگرفتن سیارات بیرونی حاکم بود (این‌وضعیت فقط هر ۱۷۶ سال یک بار تکرار می‌شود) . کارشناسان را بر آن داشت تا با بهره‌گیری‌از این شرایط به یکی از جسورانه‌ترین‌وطولانی‌ترین سفرهای فضائی دست‌زنند و دیدار سیارات برجیس ، کیوان ، اورانوس

عکسبرداری

کار عکسبرداری در بیشتر فضاناوها بوسیله دوربین‌های تلویزیونی نوع دریچه‌ای انجام می‌شود . هر تصویر فضائی از ۶۴۰،۰۰۰ جزء کوچک که‌پیکسل Pixel نام دارد ، ترکیب می‌یابد . وضوح و روشنی هر پیکسل بوسیله سنجار Sensor هائی اندازه‌گیری می‌شود و بصورت عددهای هشت رقمی مضاعف ارزیابی می‌گردد . ارقام مزبور به ایستگاه گیرنده زمینی مخابره شده و به کمک رایانه Computer به تصویر مبدل می‌شود . عکس‌های رنگی بوسیله تصویرهای تک رنگی که از فیلترهای گوناگون عبور داده می‌شوند ، بدست می‌آیند .

تهیه نقشه

A– سیستم تصویر اورتوگرافی ، سطح کره را به یک صفحهٔ تخت و مستوی مبدل می‌سازد (بهمان گونه که کره ماه از زمین دیده می‌شود) .
B– سیستم تصویر استوانه‌ای مرکاتور ، پیچش‌ها را متناسب با افزایش عرض جغرافیائی به حداقل می‌رساند .
C– سیستم تصویر استرئوگرافی ، هنگام ضرورت حذف پیچش‌های مناطق قطبی بکار می‌رود . در این شیوه صفحهٔ تصویر بر قطب‌ها مماس‌می‌گردد .
D– برای تهیه نقشه از یک نیمکره ، صفحهٔ تصویر را بر خط نیمگان (استواء) مماس می‌کنند و از نقطه مقابل عمل تصویر را انجام می‌دهند . این سیستم در تهیه نقشه نیمکره‌های سیاره تیر بکار می‌رود .



و نپتون را در برنامه کار خویش قرار دهند. در نیل به این هدف فضاناو ویجر ۲ *Voyager* که در ۲۰ اوت ۱۹۷۷ به فضا روانه گردیده بود، در ژوئیه ۱۹۷۹ بمدار برجیس واردشد و دو سال بعد یعنی در اوت ۱۹۸۱ با کیوان دیدار کرد و در ژانویه ۱۹۸۶ با سیاره اورانوس ملاقات نمودو هم‌اکنون فضای بین اورانوس و نپتون را درمی‌نوردد تا درسال ۱۹۸۹ سیاره نپتون را نیز در برابر دید آدمیان قرار دهد*

ارتباط های رادیوئی و ردگیری Cammunications

افزون بر پیشرفت های فنی که در ماموریت هائی‌چون پیاده‌شدن انسان بر سطح ماه و یا فرود آرام فضاناوها بر سطح ناهید و بهرام بدست آمده است، شیوه‌های مخابراتی بکار گرفته شده و مسئله‌ردگیری و برقراری‌ارتباط با مهنوردها و فضاناوها نیز در مکان ویژه‌ای از اهمیت قرار دارند و تحولات و پیشرفت‌های شگرفی که در این زمینه حاصل گردیده است در خور اشاره و بررسی می‌باشد. اهمیت مسئله برقراری ارتباط بیشتر زمانی جلب توجه می‌کند که از محدودیت فضاناوها از نظر وزن و اندازه برای نصب باطری‌ها و مولدها و فرستنده‌ها و گیرنده‌های رادیوئی‌و تلویزیونی آگاه باشیم و از طرفی کارآئی سیستم‌های رادیوتلویزیونی‌را در فواصلی آن‌چنان دور که علائم رادیوئی را با تأخیری معادل ۴۰ دقیقه** دریافت‌می‌دارند، در نظر داشته باشیم و از سوی دیگر اختلالات رادیوئی حاصله از امواج مزاحم کیهانی و امثال آن را از نظر دور نداریم.

در فضاناوهای ویجر علاوه بر سیستم‌های تلویزیونی و ویدئویی‌که‌در ارتباط مستقیم با رایانه *Computer* های مستقر در ایستگاه زمینی (برای تبدیل و برگردانیدن علائم رادیوئی به تصویر) می‌باشند، سیستم‌های رادیوئی با دو فرکانس X و S کار می‌کنند. باند X فقط برای دریافت پیام بکار می‌رود و از باند S هم برای ارسال و هم برای دریافت پیام‌های رادیوئی استفاده می‌گردد.

بطور کلی در تمام فضاناوها، عمل ردگیری و ارتباط بوسیله ایستگاه‌ـ هائی‌که‌در کانبرا *Canberra* (استرالیا)، مادرید *Madrid* (اسپانیا) و گلداستون *Goldstone* (واقع درآمریکا) مستقرهستندصورت‌می‌پذیرد. موقعیت ایستگاههای مزبور از نظر جغرافیائی چنان است که همواره فضاناوها می‌توانند با حداقل یکی از آنها در ارتباط باشند.

میزان پیشرفت ما در پژوهش های آینده در زمینه شناخت جو اقمار و سیارات به میزان پیشرفت و کارآئی تلسکوپ‌های فضائی که نمونه‌ای ازآن قرار است به زودی به فضا روانه گردد، بستگی دارد.

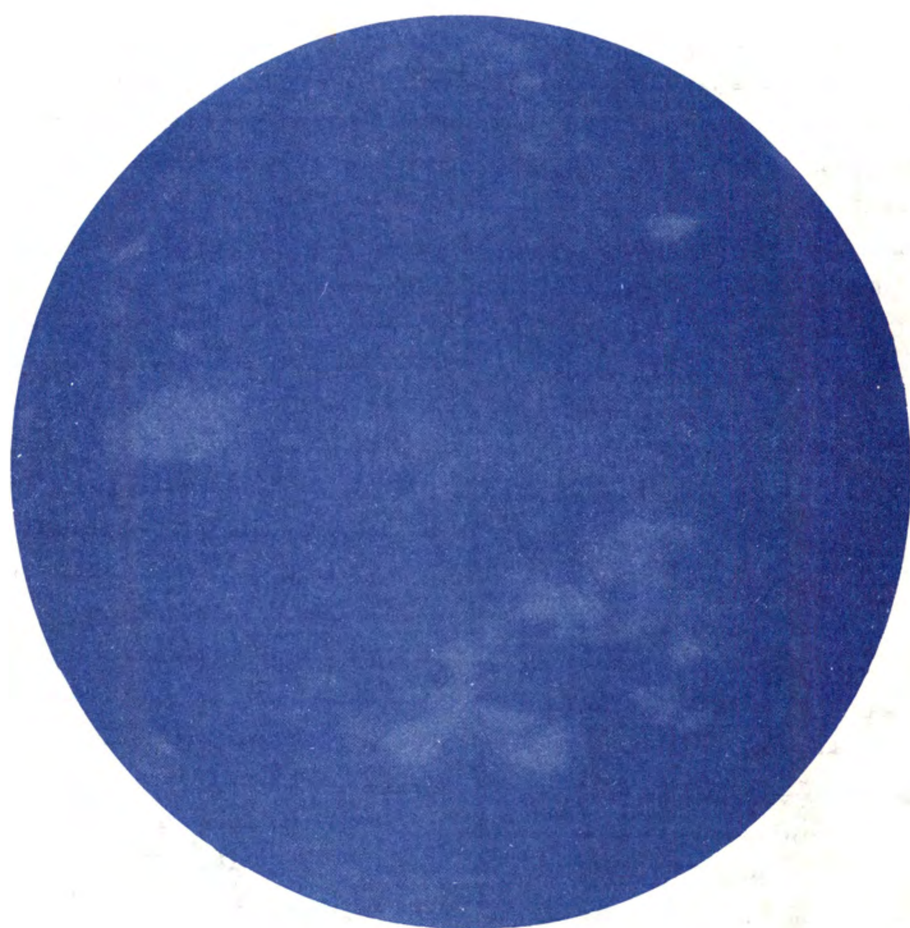
---

* عظمت فواصل و ابعاد جهان خورشیدی زمانی مجسم خواهد شد که بدانیم نور و علائم رادیوئی با سرعتی معادل سیصدهزار کیلومتردر ثانیه حرکت می‌کنند. م

** این برنامه‌نیز بخوبی انجام شد و فضاناو مزبور در ۲۵ اوت ۱۹۸۹ از نپتون دیدار کرد. (به بخش پایانی کتاب مراجعه شود). م

خورشید

THE SUN



ویژگی‌های خورشید

CHARACTERISTICS OF SUN

کره خورشید توده گازی است مرکب از چند لایه که لایه خارجی یا سطح مرئی آن را رخشانکره Photosphere یا کرهٔ درخشان می‌نامند. این لایه برخلاف کره زمین پوسته‌ای خاکی و جامد نیست بلکه گاز پوشه‌ای است به ستبرای حدود ۴۰۰ کیلومتر که پرتوهای خورشید را از خود ساطع می‌سازد. در زیر رخشانکره لایه فوق‌العاده داغ و گداخته‌ای وجود داردکه فروغ خیره‌کننده رخشانکره مانع از دیدن‌آن می‌گردد.

شعاع خورشید از مرکز تا سطح رخشانکره ۶۹۶،۲۶۵ کیلومتر است و آفتاب که محصولی از واکنش‌های هسته‌ای است، نیروی بسیار عظیم نهفته درتوده داغ و متراکم‌مرکزی را که حدود ۰/۲۵ شعاع‌خورشید بدآن‌اختصاص یافته است، بتدریج رها می‌سازد.

توده مرکزی که در شعاعی حدود ۱۷۵،۰۰۰ کیلومتر از مرکز خورشید قرارگرفته‌است (این رقم هنوز محقق نشده) دارای‌دمای حدود ۱۵ میلیون کلوین بوده و تراکم آن چیزی برابر ۱۶۰،۰۰۰ کیلوگرم درمترمکعب است. بخش میان توده مرکزی و رخشانکره از دما، فشار و تراکم کمتری برخوردار است و واکنش های هسته‌ای آن درمقایسه با توده مرکزی ناچیز است.

تشعشعات γ و X که‌به‌صورت‌رخشانه*‌های با طول موج کوتاه سرشار از نیرو در توده مرکزی نهفته است، منبع انرژی بس عظیمی را تشکیل می‌دهند. رخشانه‌های مزبور نخست چندین بار بوسیله بخش های درونی خورشید جذب و دفع شده و سپس پراکنده می‌گردند و با فاصله‌گیری ازکره خورشید از میزان انرژی آنها کاسته می‌شود. فرآیند مکرر جذب و پراکنش و درخشش رخشانه‌هادرلایه‌ای‌به‌نام منطقه پرتوافکن Radiative Zone به وقوع می‌پیوندد که شعاع آن بین ۰/۲۵ تا ۰/۸۵ شعاع خورشید است. رخشانه‌های مزبور پس از طی فرآیندهای بالا بتدریج از اشعه γ و X بـه اشعه فرابنفش Ultraviolet تبدیل می‌شوند و سرانجام به صـورت پرتوهای مرئی از رخشانکره پراکنده می‌گردند.

دمای موجود در لایه فراتر از ۰/۸۵ شعاع خورشید موجبات به دام افتادن الکترونها بویژه آنهائی را که از عناصر سنگین‌تری تشکیل‌یافته‌اند فراهم آورده و بخشی از اتم‌های یونیزه را که در به دام انداختن‌رخشانه‌ها بسیار موثرند، پدید می‌آورد. در نتیجه، مواد موجود درلایه‌مزبورکدرتر گردیده و از خروج تشعشات از خورشید جلوگیری می‌کنند. میزان دما در این‌لایه به‌حدی است که باعث‌غلیان گازها گردیده و شبکه‌ای از حباب‌های گاز گداخته را به‌نام اتاقک‌های انتقال Convective Cells که انرژی حرارتی بخش‌های‌زیرین رابوسیله‌تشعشع به‌بالا منتقل‌می‌سازند، پدید می‌آورد.

در بیرونی‌ترین لایه که ۱۵ تا ۲۰ درصد شعاع خورشیدرا به خود اختصاص‌داده‌است، انتقال انرژی عمدتا" به شیوهٔ فراروش Convection انجام می‌یابد و به همین منـاسبت لایـه مزبـور را منطـقه فراروی یا Convective Zone می‌نامند.

در بالای منطقه فوق، لایه رخشانکره قرار دارد که در شرایط مطلوب می‌توان آن را بصورت مجموعه‌ای از دانه‌های درخشان مشاهده نمود. دانه‌های مزبور که غالبا" چند ضلعی هستند و بوسیله دیواره‌های نازک و تاریکی از هم جدا شده‌اند، نشانه وجود حباب‌های گاز گداخته‌ای هستند که عمل انتقال حرارت از درون خورشید به سطح آن را برعـهده دارند.

درمقیاس وسیع‌تر، شبکه‌ای‌ازاتاقک‌های‌ابردانه Supergranular ای‌دیده‌می‌شودکه‌هرکدام از صدها دانه درخشان تشکیل یافته و ریشه های ژرف آنها تا منطقه فراروی، پائین رفته است.

برفراز رخشانکره لایه رقیقی به‌نام رنگینکره Chromosphere وجود دارد که ضخامت آن به چند هزار کیلومتر می‌رسد. دما درقسمت‌های زیرین رنگینکره‌حدود ۴۳۰۰ کلوین است که متناسب با افزایش ارتفاع بر میزان آن‌افزوده‌می‌گردد و تا منطقه‌رقیق‌انتقال Transition Region ادامه می‌یابد. و با عارضه‌ای به نام تاج خورشیدی Corona کمرقیق‌ـ ترین بخش خورشید است درهم‌می‌آمیزد. تراکم لایه‌رنگینکره در بخش های زیرین حدود 10^{11} کیلوگرم در مترمکعب است و بخش های بالائی آن تا چندین برابر شعاع خورشید در فضا گسترش می‌یابد. ارتفاع منطقه انتقال که نسبت به‌نقاط مختلف سطح خورشید متفاوت است، به‌طور متوسط حدود ۲،۰۰۰ کیلومتر است.

تاج خورشیدی دارای دمای فوق‌العاده زیادی است که بین یک‌میلیون تا پنج میلیون کلوین تخمین زده می‌شود. اما از آنجائی که تراکم آن در مقایسه با رخشانکره خیلی‌کم‌است، دمای‌آن نیز از لایه‌مزبور کمترمی‌باشد. در واقع فقط حدود یک میلیونیم پرتوهای مرئی خورشید از طریق تاج خورشیدی پراکنده می‌گردد و بقیه مستقیما" از رخشانکره ساطع می‌شود.

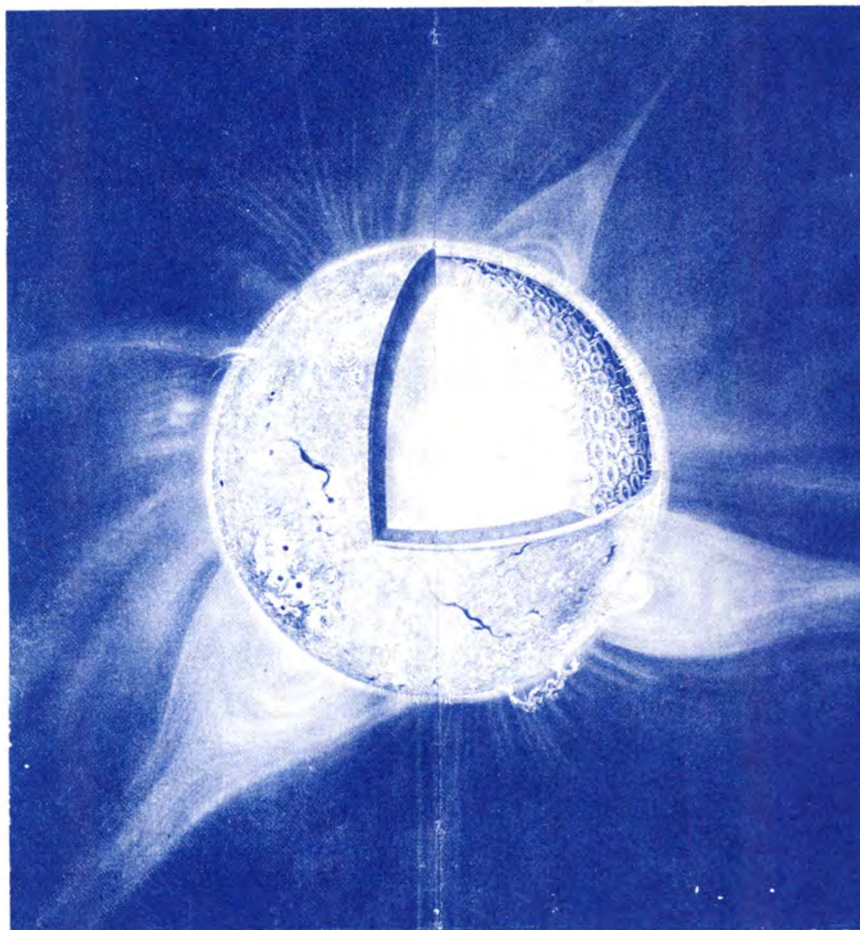
در شرایط عادی دیدن رنگینکره و تاج خورشیدی بدون دستگاههای مخصوص ممکن‌نیست، ولی‌هنگام‌خورگرفت‌کامل Total Sun Eclipse قسمت‌های‌مزبورمستقیما" در معرض‌دید قرارمی‌گیرند. فراتر از تاج‌خورشیدی منطقه مغناطکره Magnetosphere و باد خورشیدی Solar Wind که جویباری از ذرات اتمی است قرار دارد که از سوی خورشید به فضای میان سیارات روان است.

خورشید ستاره فعالی است که گاهگاه عوارض شگفتی بنام مشعل‌های انفجاری Explosive Flares و زبانه‌های‌خورشیدی Prominences که توده‌گازهای‌گداخته‌و درخشان ابرمانندی هستند در سطح‌آن دیده‌می‌شود. مطالب بالا را در صفحات آینده به تفصیل بررسی خواهیم کرد.

شناسنامه خورشید — Physical Data

قطر	۱۰۳۹۲۰۵۳۰ کیلومتر
حجم	$1/414\times10^{27}$ مترمکعب
جرم	$1/9891\times10^{30}$ کیلوگرم

* رخشانه یا فوتون Photon جزء تجزیه ناپذیر انرژی الکترومغناطیسی است. م



قدرت میدان مغناطیس :

لکه‌های خورشیدی	۳۰۰۰ گاوس
میدان قطبی	۵ گاوس
شبکه درخشان رنگینکره	۲۵ گاوس
کناره‌های رنگینکره	۲۰۰ گاوس
زبانه‌های خورشیدی	۱۰۰–۱۰ گاوس

ترکیبات شیمیایی رخشانکره :

عنصر	درصدوزن
ئیدرژن	۷۳/۴۶
هلیوم	۲۴/۸۵
اکسیژن	۰/۷۷
کربن	۰/۲۹
آهن	۰/۱۶
نئون	۰/۱۲
نیتروژن (ازت)	۰/۰۹
سیلیکون	۰/۰۷
منیزیوم	۰/۰۵
گوگرد	۰/۰۴
غیره	۰/۱۰

تراکم : (معیار سنجش،آب=۱)

تراکم متوسط خورشید	۱،۴۱۰	کیلوگرم در متر مکعب
مرکز خورشید	$۱/۶ \times ۱۰^{۵}$	کیلوگرم در متر مکعب
سطح (رخشانکره)	$۱۰^{-۶}$	کیلوگرم در متر مکعب
رنگینکره	$۱۰^{-۹}$	کیلوگرم در متر مکعب
تاج‌های کوتاه	$۱۰^{-۱۳}$	کیلوگرم در متر مکعب

تشعشات خورشیدی :

خورشید سراسری	$۳/۸۶ \times ۱۰^{۲۳} KW$
سطح واحدی از پهنه خورشید	$۶/۲۹ \times ۱۰^{۴} KWm^{-2}$
میزان دریافتی درلایه‌های فوقانی جوزمین	$۱،۳۶۸ Wm^{-2}$

درخشش سطحی خورشید (رخشانکره) :

در مقایسه با ماه در حالت بدر	۳۹۸،۰۰۰	برابر
در مقایسه با تاج‌های دروی	۳۰۰،۰۰۰	برابر
در مقایسه با تاج‌های بیروی	$۱۰^{۱۰}$	برابر

دما :

درونی (مرکز)	۱۵،۰۰۰،۰۰۰ کلوین
سطحی (رخشانکره)	۶،۰۵۰ کلوین
قسمت سایه (سیاه) لکه‌های خورشید	۴،۲۴۰ کلوین
قسمت نیم سایه (نیم سیاه) لکه‌های خورشیدی	۵،۶۸۰ کلوین
رنگینکره	۴،۳۰۰ تا ۵۰،۰۰۰ کلوین
تاج‌های خورشیدی	۸۰۰،۰۰۰ تا ۵،۰۰۰،۰۰۰ کلوین

چرخش خورشید (آنچنانکه از زمین دیده می‌شود) :

در استواء خورشید	۲۶/۸ روز
در عرض ۳۰ درجه خورشید	۲۸/۲ روز
در عرض ۶۰ درجه خورشید	۳۰/۸ روز
در عرض ۷۵ درجه خورشید	۳۱/۸ روز

تاریخچه شناخت خورشید

OBSERVATIONAL BACKGROUND

موقعیت خورشید : نظریه‌های زمین مرکزی و خورشید مرکزی
Location of the Sun

تمدن‌های باستان بر این گمان بودند که زمین در مرکز جهان قرار دارد. بر اساس این عقیده که نظریه زمین مرکزی *Geocentric* نام داشته و بوسیله یونانیان باستان پشتیبانی گردیده است، خورشید و ماه و سیارات و ستارگان روی دایره‌های متحدالمرکزی به گرد زمین در گردشند.

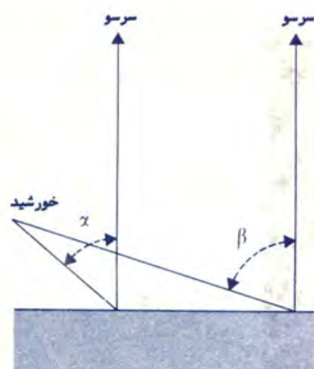
نظریه زمین مرکزی در میانه‌های سده دوم پس از میلاد بوسیله کلودیوس بطلمیوس *Claudius Ptolemaeus* طی کتابی به نام *Almagest* چاپ و منتشر گردید و بیش از هزار سال بر جهان علم فرمانروائی کرد.

با وجودیکه قرنها پیش از بطلمیوس فیلسوفهای چندی بویژه چون آریستارخوس یا ارسطرخس (۳۱۰ تا ۲۳۰ پیش از میلاد) نظریه زمین مرکزی را به زیر پرسش برده و گردش زمین و سیارات را در پیرامون خورشید مورد تأیید قرار داده بودند، مع‌الوصف نظرات آنان نه‌تنها هواخواهانی پیدا نکرد، بلکه با شدت و حرارت هرچه بیشتر بوسیله معاصرینشان رد گردید و نظریه خورشید مرکزی *Heliocentric* تا سده شانزدهم میلادی هیچگاه مورد پذیرش جدی قرار نگرفت و هیئت بطلمیوس را یکه‌تاز میدان علم ساخت.

درسال ۱۵۴۳ نیکلاکوپرنیک *Nicolaus Copernicus* (۱۴۷۳تا ۱۵۴۳ میلادی) ستاره‌شناس لهستانی که طرح خورشید مرکزی را از بوته فراموشی بدر آورد و آن را با جزئیات بیشتر و کامل‌تر عرضه داشته بود، با مخالفت سخت انجمن‌های علمی‌بویژه کلیسا روبروشد و حتی اندیشمندانی چون گالیله (۱۵۶۴ تا ۱۶۴۲ میلادی) را که به هواخواهی از آن برخاسته بودند، ظاهرا" به توبه و استغفار واداشت. سرانجام یوهان کپلر *Johannes Kepler* (۱۵۷۱ تا ۱۶۳۰ میلادی) ستاره‌شناس نامدار آلمانی، نظریه زمین مرکزی را با قاطعیت تمام کنار گذاشت و با وضع قوانین معروف خویش، نظریه خورشید مرکزی را جانی تازه بخشید و با سیاراتی که بر پایه قوانین کپلر به دور خورشید به گردش درآمده بودند، چهرهٔ نوینی از جهان منظومه خورشیدی تصویر نمود و جهانیان را به پذیرش منطقی آن واداشت.

طبیعت ، فاصله و اندازه خورشید
Nature, Distance & Size of the Sun

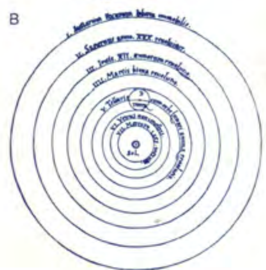
کهن‌ترین توصیف طبیعت خورشید احتمالا" به یونانیان باستان تعلق دارد. آناکساگوراس *Anaxagoras* فیلسوف یونانی (۴۹۹ تا ۴۲۷ پیش از میلاد) خورشید را توده‌ای از سنگهای گداخته پنداشته و اندازه‌آن را با

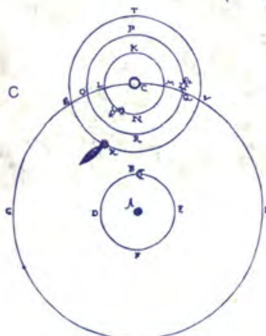


۱ــ آزمایش آناکساگوراس
آناکسا گوراس فیلسوف یونانی (۴۹۹ تا ۴۲۷ پیش از میلاد) براین پندار بود که‌خورشید توده‌ای است از سنگهای آتشین و اندازه آن برابر شبه جزیره‌ای در جنوب یونان است. او با تخت و مسطح انگاشتن زمین، زاویه‌های α و β را از دو نقطه زمینی که فاصله آنها معلوم بود اندازه گرفت و مسافت خورشید از زمین را به شیوه‌مثلثاتی محاسبه‌نمود، غافل ازاینکه‌اختلاف زوایای α و β به‌انحناء زمین‌مربوط بوده‌وبفاصله‌خورشید بستگی‌ندارد.

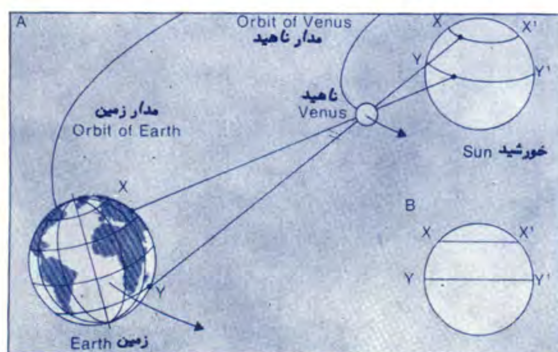
۲ــ نخستین منظومه‌های کیهانی
درکیهان بطلمیوس، زمین بوسیله یک سری کرات متحدالمرکز که سیارات و ستارگان روی آن قرار گرفته‌اند (شکل A) محاصره شده است. در منظومه کوپرنیک(شکل B) خورشید در مرکز کیهان قرار دارد. ودر منظومه تیکوبراهه (ستاره شناس دانمارکی)که ترکیبی از منظومه‌های بالاست، زمین‌در مرکزجهان وسیارات در پیرامون خورشید درگردشند. (شکل C)







۳ــ عبور ناهید و فاصله خورشید
هنگامیکه سیاره ناهید میان زمین و خورشید قرار می‌گیرد (شکل A)، ایستگاههای X و Y زمینی سیاره مزبور راآن‌چنان‌می‌بینند که گویا روی خط های XX^1 و YY^1 واقع بر قرص خورشید عبور می‌کند. (شکل B) با اندازه‌گیری فاصله زمانی میان‌لحظهٔ ورود ناهید به سطح خورشید و لحظهٔ خروج آن از خورشید، می‌توان طول دقیق خط های XX^1 و YY^1را محاسبه‌نمود و بکمک آن اختلاف زاویه‌ای میان خطوط مزبور را بدست آورد. با توجه به قوانین کپلر، فواصل نسبی زمین‌وناهید از خورشیدوهمچنین‌محاسبه زاویه دیدگشت (اختلاف منظر) ناهید از دو ایستگاه زمینی XوY که فاصله آنها معلوم است، اندازه‌گیری فاصله خورشید از زمین امکان‌پذیر خواهد شد.



شبه‌جزیره‌پلوپونسوس *Peloponnesus* واقع در جنوب یونان برابردانسته است .

آریستارخوس *Aristarchus* یا ارسطرخس یونانی‌برای نخستین بار در سال ۲۷۰ پیش از میلاد به ستاره بودن خورشید پی برد و فاصله میان‌آن را تا زمین به‌کمک شیوه‌های هندسی و به یاری اندازه‌گیری زاویه میان خورشید و ماه در حالت‌های تربیع اول و تربیع آخر بدست آورد و فاصله خورشید از زمین را نوزده برابر فاصله ماه تا زمین تعیین نمود . هیپارخوس *Hipparchus* در قرن دوم پیش از میلاد آزمایش های بالا را مرتبه‌ای دیگر تکرار نمود و مسافت خورشید تا زمین‌را حدود ۱۰ میلیون کیلومتر محاسبه کرد و همچنین اندازه خورشید را حداقل هفت برابر زمین اعلام داشت .

قطعیت ستاره بودن خورشید در قرن شانزدهم‌میلادی تأکید گردیدو ستاره‌شناسان سده هفدهم از فاصله سیارات از زمین سود جستند و مسافت خورشید از زمین را با دقتی که از واقعیت‌های امروزی چندان هم دور نیست ، محاسبه نمودند . در سال ۱۶۷۲ ژ.د.کاسینی *G.D.Cassini* ستاره‌شناس ایتالیائی ، فاصله سیاره بهرام را به‌کمک شیوه دیدگشت یا اختلاف منظر *Parallax* بدست آورد و از این راه به‌رقم ۱۳۸،۳۷۰،۰۰۰ کیلومتر برای مسافت خورشید دست یافت .

در مواقع نادری که سیاره ناهید از میان زمین و خورشید عبور می‌کند، رد پای آن به‌صورت نقطه سیاه کوچکی بر سطح خورشید دیده می‌شود ، در چنین هنگامی اندازه‌گیری زاویه دیدگشت ناهید ، محاسبه مسافت خورشید تا زمین را امکان‌پذیرمی‌سازد ، به‌همین‌مناسبت‌ازعبور *Transit* سال‌های ۱۷۶۱ و ۱۷۶۹ سیاره ناهید در اندازه‌گیری فاصله خورشیداز زمین استفاده شد و جرج آیری *George Airy* دانشمند انگلیسی به‌کمک اندازه‌گیری زاویه‌دیدگشت‌عبورسال ۱۸۸۲ سیاره ناهید به‌رقم ۱۵۰،۱۶۲،۰۰۰کیلومتر دست یافت . زاویه دیدگشت سیارکانی *Asteroids* که حین گردش به دور خورشید ، به زمین نزدیک می‌گردند نیز به‌دستیابی واقعیات کمک‌نمود و استفاده از شیوه رادار *Radar* در سال‌های اخیر رقم ۱۴۹،۵۹۷،۸۹۲ کیلومتر را رسمیت بخشید وضمنا" به‌کمک همین شیوه قطر خورشید برابر ۱،۳۹۲،۵۳۰ کیلومتر اندازه‌گیری شد .

لکه‌های خورشیدی
Sunspots

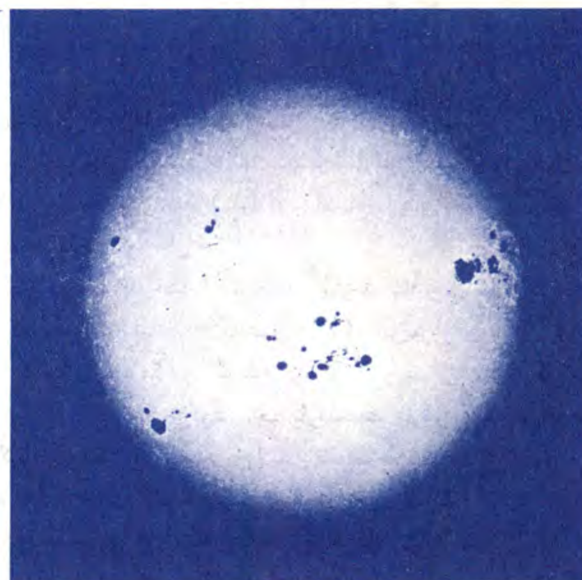
گرچه پندار همگان ظاهرا" بر آن است که سطح خورشید صاف و صیقلی و همچون آینه درخشان و خالی از لکه است ، اما حقیقت جزاین است و حتی چشمان غیرمسلح نیز قادرند لکه‌های تاریکی‌را که‌تاریخچه شناخت آنها به حدود ۲۰۰۰ سال پیش بازمی‌گردد ، درچهره‌درخشان‌خورشیدملاحظه‌کنند .

آثار مستندی در دست است که نشان می‌دهد ، چینیان باستان در حدود سال‌های ۱۶۵ تا ۲۸ پیش از میلاد مسیح لکه‌هائی در سیمای‌خورشید یافته‌اند و چگونگی آن را به وجود احتمالی پاره‌ای اشیاء و اجرام آسمانی در فاصله میان زمین و خورشید مربوط دانسته‌اند .

اختراع دوربین نجومی بر شمار ستاره‌شناسانی که به دیدار خورشید مشتاق بودند ، افزود و گالیله را در نوامبر ۱۶۱۰ میلادی قادر ساخت تا لکه‌ها یا کلف‌های خورشیدی را مورد بررسی قرار دهدو به چرخش خورشید

۴ــ گالیله و لکه‌های خورشیدی
کلف‌های خورشیدی تاریک و نیم تاریک در شکل زیر که در سال ۱۶۱۳ میلادی بوسیله گالیله رسم‌گردیده‌است ، بخوبی دیده می‌شود . گالیله لکه‌های مزبور را نخستین بار سه سال قبل از رسم این شکل یعنی در سال ۱۶۱۰ مشاهده نموده است .





۵ــ نخستین عکس خورشید
عکس‌هائی‌که‌در قرن نوزدهم میلادی از خورشید گرفته‌شده ، از کیفیت قابل توجهی برخوردار است . در عکس بالا که به وسیله ال . م . روترفورد *L.M. Rutherfurd* در ۲۱ سپتامبر ۱۸۷۰ تهیه شده ، لکه‌های خورشیدی به روشنی‌تمام نمایان است .

گرد محور خویش نیز پی برد و یک بار چرخش کامل آن را حدود یک ماه تعیین نماید.

کریستوفر شینر Christopher Scheiner (۱۵۷۵ تا ۱۶۵۰) بین سالهای ۱۶۱۱ تا ۱۶۲۵ مدت چرخش خورشید راطی یکسری مشاهدات طولانی برابر ۲۷ روز تعیین نمود و افزون بر آن میزان میل محور خورشید را بین ۶ تا ۸ درجه محاسبه کرد و ساختمان کلف ها و درخشه های Faculae سطح خورشید را مورد بررسی قرار داد.

با وجودی که نخستین بار در نوشته های پلوتارک Plutarch مورخ نامدار یونانی (۱۲۰ تا ۴۶ پیش از میلاد) به تاج خورشیدی Corona اشاره شده، ولی شواهد به جای مانده از خورگرفت (کسوف) ۲۲ دسامبر ۹۶۸ میلادی را بایستی مطمئن ترین و کهن ترین ملاک در این زمینه بشمار آورد.

زبانه های خورشیدی Prominences که از دیگر پدیده های شگفت‌انگیز چهره ستاره فروزان جهان منظومه شمسی است، نخستین بار در خورگرفت کامل سال ۱۷۳۳ بوسیله واسنیوس Vassenius دانشمند سوئدی دیده شد و نخستین مدرک معتبر آن به خورگرفت سال ۱۸۴۲ متعلق است و مشعل های خورشیدی Solar Flares که شعله های سفید فوق العاده درخشانی هستند، در یکم سپتامبر ۱۸۵۹ در میدان دید ریچارد کرینگتون Richard Carrington انگلیسی قرار گرفت.

طیف نما
Spectroscope

نور آفتاب را به کمک یک منشور ساده می توان تجزیه نمود و آن را به خط رنگینی که نخستین بار در سال ۱۶۶۶ بوسیله اسحق نیوتن Isaac Newton توصیف و تفسیر گردیده است، دگرگون ساخت. درسال ۱۸۰۲ ویلیام ولاستون William Wollaston شیمیدان انگلیسی دریافت که رنگین کمان آفتاب بوسیله خط های سیاهی بریده شده و ژوزف فن فراونهوفر Joseph Von Fraunhofer فیزیکدان آلمانی درسال ۱۸۱۴ از دستگاهی بنام طیف نما که قادر به نمایش جزئیات طیفی نور آفتاب بود، استفاده کرد و طول موج ۳۲۴ خط سیاه را اندازه گیری نمود. آزمایش هائی که در سال ۱۸۵۹ توسط گوستاو کریشوف Gustav Kirchhoff و روبرت بونسن Robert Bunsen بعمل آمد، نشان داد که خط های مزبور بازتاب جذب طیفی نور خورشید بوسیله عناصر شیمیائی گوناگون موجود در جو آن بوده و ویژگی هریک از عناصر مزبور در خطوط مورد بحث منعکس گردیده است.

بررسی هائی که در زمان حاضر روی ترکیبات شیمیائی لایه های بیرونی خورشید بعمل آمده، بر وسعت دانش بشر افزوده و آگاهی ما را در زمینه عواملی چون، دما، تراکم، سرعت، چرخش و موجودیت میدان مغناطیس خورشید به نحو چشمگیری فزونی بخشیده و طیف نمائی و طیف سنجی نور را در مسائل فضائی از اهمیت شایانی برخوردار ساخته است.

عکسبرداری و شیوه های دیگر
Photography & Other Techniques

پیدایش فن عکاسی، تهیه تصویر زنده خورشید را در لحظات کوتاهی از زمان میسر ساخت و نخستین عکس خوب خورشید در دوم آوریل ۱۸۴۵ بوسیله اچ فیزو H.Fizeau و ال فوکو L.Foucault فرانسوی تهیه گردید و درسال ۱۸۵۱ برکوفسکی Berkowski از یک خورگرفت (کسوف) کامل با موفقیت عکسبرداری نمود. در سال ۱۸۹۲ جرج الری هیل George Ellery Hale دستگاهی به نام خورطیف نگار Spectroheliograph را اختراع کرد و به کمک آن سراسر قرص خورشید را به آسانی مورد بررسی قرار داد و بدینسان دیدار خورشید را که سابقا" فقط به خورگرفت های کامل منحصر می بود، در سایر اوقات نیز امکان پذیر ساخت و افزون بر آن شناخت پدیده هائی مانند زبانه ها و مشعل های خورشیدی را نیز تسهیل نمود. دستگاه تاجنگار Coronagraph درسال ۱۹۳۰ بوسیله برنارد لیوت Bernard Lyot فرانسوی اختراع گردید و ستاره شناسان را یاری نمود تا از فراز بلندی ها جزئیات درونی تاج های خورشیدی را در موقعیت هائی غیر از خورگرفت ها نیز مورد مطالعه قرار دهند.

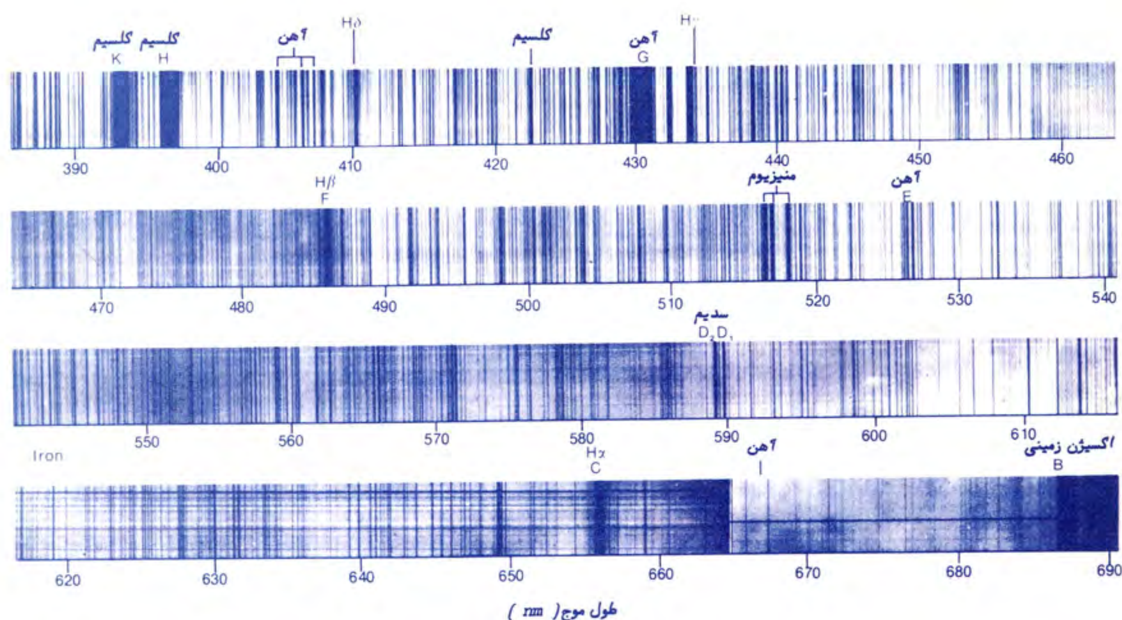
امواج رادیوئی خورشید در سال ۱۹۴۲ بوسیله جی. اس. هی J . S . Hey انگلیسی به کمک مشاهدات راداری کشف گردید و با آغاز عصر فضا، نشانه روی ها و دیدارهای فرا جو زمین میسر شد و کلیه پرتوهای خورشیدی از نزدیک مورد بررسی قرار گرفت و ما را در زمینه شناخت هرچه بیشتر و کامل تر خورشید توانائی بخشید.

طیف خورشیدی

SOLAR SPECTRUM

بیشترین آگاهی های ما از خورشید از راه تجزیه طیفی نور آن فراهم می گردد. طیف مرئی خورشید همانند بیشتر ستارگان طیفی است متصل و پیوسته همراه با یک سری خطوط تیره که به آنها خط های جذبی یا خطوط فراونهوفر می گویند.

سطح خورشید یا رخشانکره تشعشات پیوسته صادر می کند که طبیعتا" فاقد هرگونه خط تیره است، اما با عبور تشعشعات مزبور از درون جو زیرین خورشید که میان رخشانکره و رنگینکره قرار دارد و به آن لایه برگردان Reversing Layer می گویند، خط تاریک طیفی در آن پدیدار می گردد. لایه برگردان که نخستین و زیرترین لایه از طبقات جو خورشید است، دارای ضخامتی معادل ۱۵۰۰ کیلومتر بوده و دمای آن از رخشانکره کمتر است و شامل اجسام بسیط به حالت گازی یا بخاری می باشد. از آنجائی که اشعه خورشید ناگزیر از این لایه می گذرد، لذا بخارات موجود در طبقه مزبور پاره ای از این تشعشعات را برحسب ماهیت بخارات مذکور جذب می کنند و در نتیجه طیف جذبی ای که ما در زمین مشاهده می کنیم پدید می آید. با تعیین هویت خطوط طیف خورشیدی تاکنون وجود ۶۵ عنصر از ۹۲ عنصری که ما در زمین می شناسیم در خورشید تشخیص داده شده است. ئیدرژن، کربن، نیتروژن، اکسیژن، آلومینیوم، آهن، کبالت، کادمیم، سرب و



نمونه‌ای از طیف خورشیدی

پلاتین در زمره عناصری هستند که در لایه برگردان خورشید وجود دارد.

با بررسی خطوط طیفی، میزان درصد عناصر شیمیائی مختلف سطح خورشید را اندازه می‌گیرند. آزمایش های انجام شده گویای آن است که سطح خورشید شامل ۹۰ درصد ئیدرژن، ۱۰ درصد هلیوم و مقدار ناچیزی اکسیژن، کربن، نئون و غیره است.

تشعشعات خورشیدی

SOLAR RADIATIONS

پدیده‌هائی که بر سطح خورشید ظاهر می‌شوند نشانگر فعالیت آن است و بخش هائی از این کره فروزان را که فعالیت آنها نسبتا" شدیدتر است، نواحی فعال خورشید می‌خوانند.

عوارضی مانند شعله‌ها، لکه‌ها، مشعل‌ها و زبانه‌ها و تاج‌ها که براثر فعالیت خورشید در سطح آن آشکار می‌گردند. در بخش های آینده مورد بررسی قرار خواهند گرفت و با اثرات شناخته شده آنها آشنا خواهیم شد.

علاوه بر پدیده‌های مزبور و همچنین نور و حرارت، تشعشعات خورشیدی را نیز از جمله پدیده‌های مهم کره حیات بخش منظومه شمسی باید بشمار آورد.

تجزیه‌طیفی نورخورشید اطلاعات ارزشمندی‌درباره‌طبیعت وساختمان آن در دسترس، قرار می‌دهد و از چگونگی و شرایط لایه‌های مختلف جو این کره فعال ما را آگاه می‌سازد.

بطور کلی تشعشات خورشیدی عبارتند از:

۱ـ تشعشات رادیوئی ـ بررسی‌های رادیوئی گویای آن است که خورشید خودبخود از نظر گسیلش *Emission* امواج‌رادیوئی جرم‌ضعیفی است و بازده رادیوئی آن کمیتی بسیار متغیر است.

تشعشات‌رادیوئی‌خورشید عمدتا" از منشاء های زیر سرچشمه‌می‌گیرد:

الف ـ خورشید آرام *Quiet Sun* که از تشعشع‌حرارتی ساطع‌شده از ذرات متحرک در گازهای داغ ناشی می‌گردد.

ب ـ منشاء متغیر که آن نیز گونه‌ای تشعشع حرارتی است که به‌مناطق خاصی از جو خورشید متعلق بوده و به سطح فعال کره مزبور بستگی دارد.

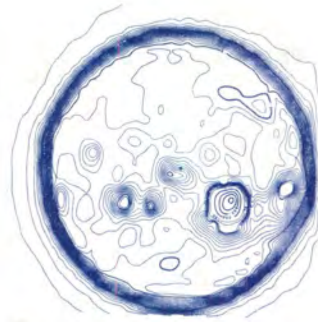
پ ـ انفجارات رادیوئی که فاقد طبیعت حرارتی بوده‌وتوان بازدهی آن نسبت به خورشید آرام بین هزار تا ده‌هزار برابر است.

۲ـ اشعه فروسرخ *Infrared Radiation* این اشعه در لایه رخشانکره و همچنین در طبقات تحتانی رنگینکره تولید می‌شود و طول موج آنها حدود ۰/۷۵ تا هزار میکرون است.

۳ـ اشعه‌فرابنفش *Ultraviolet Radiation* که در رخشانکره و طبقات خیلی فوقانی رنگینکره تولید می‌شود در جو زمین و دیگر سیارات منظومه خورشیدی تأثیر فوق‌العاده مهمی دارد. این اشعه که میدان مغناطیس ایجاد می‌کند، با میدان مغناطیس زمین در هم می‌آمیزد و اغلب کار قطب‌ها را مختل می‌سازد.

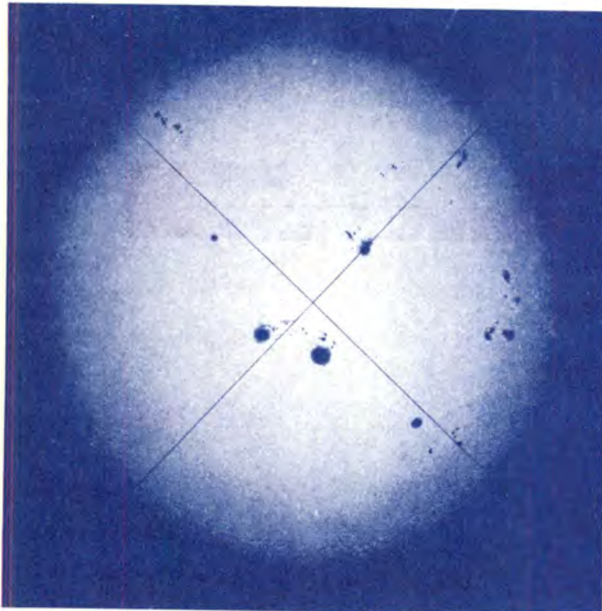
۴ـ اشعه‌فرابنفش‌نهائی *Extreme Ultraviolet Radiation*

این اشعه‌که‌علامت‌اختصاری آن *E.U.V* است در لایه‌رنگینکره و بخش‌هائی از تاج خورشیدی پدید می‌آید.



نقشه رادیوئی خورشید
منحنی‌های این نقشه چهرهٔ خورشید را با طول موج ۳ سانتی‌متر نشان می‌دهد. مناطق فعال خورشید که منبع گسیلش امواج رادیوئی است، در این نقشه بخوبی مشخص گردیده است.

تاریک‌گرائی لبه‌های قرص خورشید
میل به تاریکی لبه‌های قرص خورشید که متناسب با دور شدن از مرکز بر میزان آن افزوده‌می‌شود، در این عکس که در نهم آوریل ۱۹۷۰ برداشته شده بخوبی دیده می‌شود. شفافیت جو خورشید آنچنان است که دید عمودی بخش‌های مرکزی کره مزبور را تا اعماق قابل توجهی امکان‌پذیر می‌سازد، درحالیکه خط دید بر لبه‌های قرص خورشید مماس بوده و دیدار اعماق درخشان کره خورشید را در این قسمت ناممکن می‌نماید.



۵ـ اشعه X نرم *Soft X-ray Radiation* این اشعه در گازهای متراکم و متمرکز و داغ تاج خورشیدی پدید می‌آید و مطالعه آن، ما را با جزئیات ساختار تاج خورشیدی آشنا می‌سازد.

۶ـ اشعه X سخت *Hard X-ray Radiation* در مشعل‌های خورشیدی تولید می‌شود.

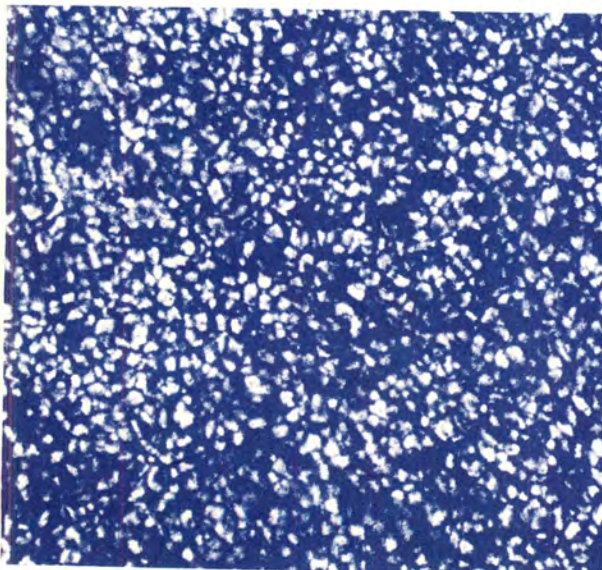
ثابت خورشیدی *The Solar Constant*

مقدار انرژی خورشیدی در دقیقه که توسط واحدی از سطح واقع برفراز لایه خارجی جو زمین (بفاصله متوسط از خورشید) دریافت می‌گردد ثابت خورشیدی نام دارد. متأسفانه از میزان دقیق انرژی حیات بخش خورشیدی که به‌صورت گرمای تشعشعی دریافت‌می‌شودوهمچنین از تغییرات احتمالی آن هنوز به درستی آگاهی‌نداریم، بویژه اینکه تا همین چند سال پیش کلیه اندازه‌گیری‌ها را مستقیما" از ایستگاههای زمینی انجام می‌دادیم و از اثرات جذب کننده لایه‌های جو زمین چندان آگاه نبودیم. پژوهش ها و اندازه‌گیری‌های بعمل آمده مقدار ثابت خورشیدی را حدود ۱/۹۴ گرم کالری به ازاء هر سانتی‌مترمربع در دقیقه نشان می‌دهد.

دانه‌های خورشیدی
بافت ظاهری رخشانکره که به آن دانه‌بندی خورشیدی‌می‌گویند، نتیجهٔ جهش و یا آشوبش گازهای داغی است که از درون خورشید به بیرون فوران‌می‌یابند. هریک از دانه‌ها که در واقع سرستون هائی از گاز داغ هستند حدود ۱،۰۰۰ کیلومتر قطر دارند وقسمت های تاریک پیرامون آنها بدلیل سرنگون شدن وگسترش گازها در سطح خورشید پدید آمده است. عمر هریک از دانه‌ها به طور متوسط حدود ده دقیقه است.
عکس در ۱۹ اوت ۱۹۷۵ گرفته شده.

رخشانکره

PHOTOSPHERE



چهرهٔ تابناک خورشید و یا سطحی را که پرتوهای مرئی از آن ساطع می‌گردد، رخشانکره یعنی کره درخشان خورشید می‌نامند. غالب مردم بر این پندارند که درخشندگی لبه‌های قرص خورشید بیشتر از دیگر جاهای آن است، حال آنکه فروزندگی بخش های مرکزی قرص‌خورشید بیش از سایر جاها بوده و لبه‌های آن از درخشندگی کمتری برخوردار است. پدیده تاریک‌گرائی لبه‌ها به این دلیل است که خورشید جرمی است از گاز گداخته که دمای آن هماهنگ با دور شدن از مرکز رو به کاهش می‌نهد و هرچه به لبه‌های قرص خورشید که در واقع بخش های بلند رخشانکره هستند، نزدیک‌تر شود، سردترمی‌گردد و بالطبع گسیلش نورکمتری را موجب می‌شود. کلا" رخشانکره لایه‌ای است شفاف و نورگذرا و به‌همین مناسبت تا

ژرفای چند صد کیلومتری آن را می‌توان بخوبی مشاهده‌نمود . اعماق درونی خورشید کاملا" یونیده *Ionized* و بسیار تیره و کدر است و مواد متشکله لایه‌های زیرین رخشانکره نیز عمدتا" به‌دلیل موجودیت یون‌های ئیدرژن منفی ($\bar{H}$) (یعنی ئیدرژنی که اتم‌های آن یک الکترون اضافی دریافت کرده‌اند) ، کدر و تا اندازه‌ای تیره هستند .

رخشانه *Photon* هائی که از بخش‌های درونی سربرمی‌آورند، هنگام برخورد با ئیدرژن‌منفی ($\bar{H}$) جذب می‌گردند و در این فرآیند الکترون‌های بسیار رها می‌شود و ئیدرژن خنثی تولید می‌گردد .

با به دام افتادن مجدد اتم‌های ئیدرژن خنثی رخشانه‌هائی که‌طول موج آن‌ها نسبت به رخشانه‌های نخستین متفاوت است ساطع می‌گردند و انرژی تشعشعی از بخش های زیرین رخشانکره رها گردیده و به‌صورت نور مرئی جلوه‌گر می‌شود . متناسب با کاهش دما از میزان تمرکز $\bar{H}$ کاسته می‌گردد و هماهنگ با افزایش ارتفاع ، تیرگی رخشانکره نیز به‌سرعت برطرف می‌گردد و رخشانه‌های ساطع شده به سوی فضا روان می‌شوند .

دانه‌های خورشیدی *Solar Granules*

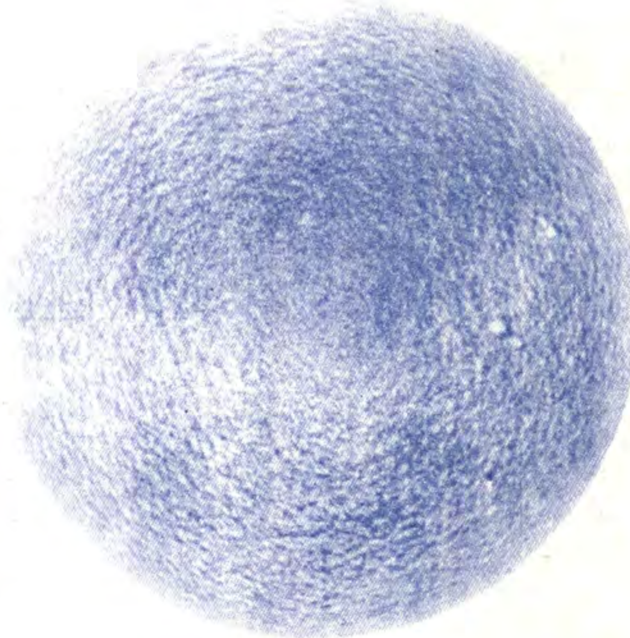
رخشانکره توده گاز گداخته‌ای است که بافت آن ظاهرا" از دانه‌های نورانی و جنبده‌ای که عمر هریک از آنها حدود ۸ دقیقه به درازا می‌کشد ، تشکیل یافته است . هریک از این دانه‌ها که به تنهائی حدود هزار کیلومتر قطر دارند بوسیله تلسکوپ‌هائی که قطر دهانه آنها ۱۰ سانتیمتر باشد ، قابل تشخیص هستند . دانه‌های خورشیدی معرف منطقه‌ای می‌باشند که گاز داغ از مرکز آن با سرعتی حدود ۰/۵ کیلومتر در ثانیه به بالا فوران می‌یابد و سپس سرنگون شده و با سرعت حدود ۰/۲۵ کیلومتر در ثانیه به اطراف پراکنده می‌شوند و گازهای سردتری که در اطراف جای گرفته‌اند دیواره‌هائی پدید می‌آورند و دانه‌ها را از یکدیگر جدا می‌سازند .

در مقیاس وسیع‌تر شبکه‌ای از اَبَردانه‌ها *Supergranules* وجود دارد که قطر آنها به حدود سی‌هزار کیلومتر بالغ می‌گردد . اَبَردانه‌ها که شامل صدها تکدانه هستند نیز به نوبه خود دوایری می‌باشند که میدان مغناطیس در اطراف آنها شدت یافته و عمر آنها ۱۲ تا ۲۴ ساعت به درازا می‌کشد .

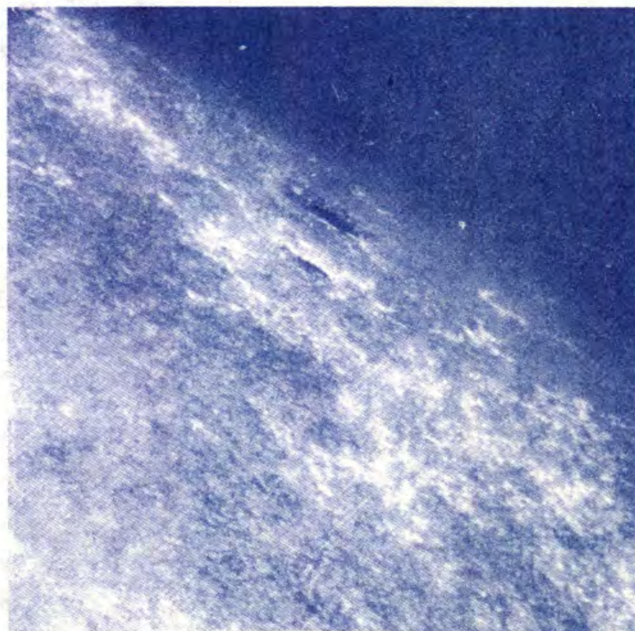
اَبَردانه‌ها را می‌توان به‌کمک خورطیف‌نگاشت *Spectroheliogram* به‌آسانی آشکار ساخت . طبق اثر داپلر *Doppler Effect* نور نزدیک شونده به رنگ آبی و نور دور شونده به رنگ قرمز گرایش می‌یابد . از آنجائی که اَبَردانه‌ها دارای حرکت فورانی نزدیک شونده و همچنین حرکت سرنگونی و افقی دورشونده هستند ، از این رو قسمت‌های نزدیک‌شونده روشن‌تر از بخش های دور شونده بنظر آمده و اختلاف رنگ ظاهری را موجب گردیده است .

لکه‌ها یا کلف‌های خورشیدی *Sun Spots* که بوسیله تلسکوپ‌های معمولی نیز قابل‌مشاهده‌می‌باشند ، گویای فعالیت رخشانکره‌بوده‌ودرخشه‌ها *Faculae* که در مقابل لکه‌های درخشان و روشنی هستند ، ظاهرا" در محدوده کلف‌های خورشیدی پدیدار شده و معمولا" تا چند هفته پس از ناپدید شدن کلف‌ها همچنان برجای می‌مانند .

اَبَردانه‌های خورشیدی
جهش گازهای داغ در سطح وسیع به پیدایش پدیده‌ای بنام اَبَر دانه‌های خورشیدی می‌انجامد . اَبَردانه‌ها ظاهرا" همانند تکدانه‌ها هستند با این تفاوت که حدود ۱۸۰ بار از آنها بزرگترند و عمر آنها نیز به همان اندازه طولانی‌تر است . سرعت فوران و نزدیک شدن گازهای گداخته به سوی ما و سرنگونی‌ودور شدن آنها از ما ، نقاط روشن و تاریک شکل را پدید آورده است .



درخشه‌های خورشیدی
این عکس که بخشی از لبهٔ خورشید را نشان می‌دهد ، گروهی‌از درخشه‌ها را که بصورت لکه‌های روشن هستند نمایش می‌دهد



رنگینکره

CHROMOSPHERE

این لایه که بر فراز رخشانکره جای دارد، گاز پوسته‌ٔ رقیقی است که ستبرای آن به‌چند هزار کیلومتر می‌رسد و به‌مناسبت‌رنگ‌زرد مایل به‌قرمزی که به‌ویژه هنگام سر زدن آفتاب و یا در پایان خورگرفت به خود می‌گیرد، به رنگینکره نامگذاری شده است. درخشندگی فوق‌العاده رخشانکره دیدن این لایه را در هنگام عادی به دشواری میسر می‌سازد و تنها در خورگرفت کامل و یا با بهره‌گیری از دستگاه طیف‌نگار و یا فیلترهای تک‌رنگ، لایه مزبور را که همانند هاله نازکی در پیرامون قرص خورشید قرار گرفته است می‌توان مشاهده نمود.

زبانک‌های خورشیدی

Spicules

رنگینکره برخلاف تصور گاز لایه همگنی نیست بلکه ساختمان درخور توجهی دارد که به‌سرعت تغییر شکل می‌دهد. در لبه‌های قرص خورشید عوارض شعله مانند بسیاری بنام زبانک *Spicule* دیده می‌شود، که پیوسته در جنب و جوش بوده و به علفزار مشتعلی که دستخوش باد گردیده است شباهت فراوان دارد. زبانک‌ها به گاز استوانه‌های عمودی شبیه‌اند که از میدان مغناطیس موضعی خورشید متأثر بوده و دمای آنها به ۱۰،۰۰۰ تا ۲۰،۰۰۰ کلوین بالغ می‌گردد. پهنای گاز استوانه‌های مزبور حدود هزار کیلومتر و بلندی آنها به حدود ده هزار کیلومتر می‌رسد.

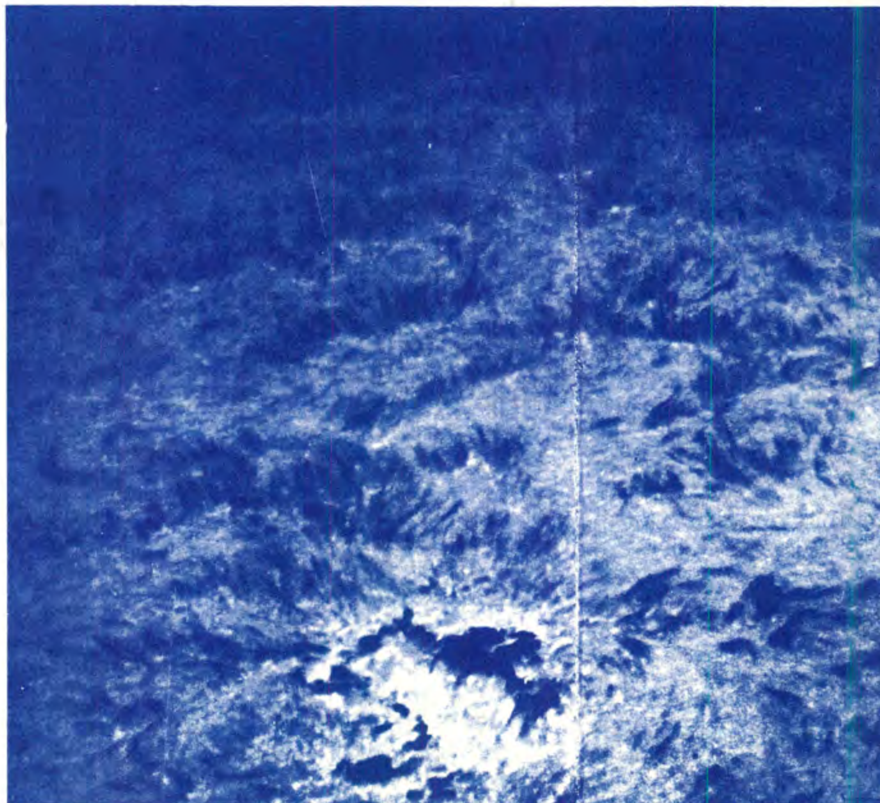
زبانک‌های خورشیدی که از بخش های زیرین رنگینکره سرچشمه می‌گیرند، همانند فواره‌های گازی با سرعت ۲۰ تا ۳۰ کیلومتردرثانیه به بالا می‌جهند و دوباره سرنگون می‌گردند و احتمالا" بدینسان در فرآیندهای گرمایشی رنگینکره شرکت می‌جویند.

بنا به نظریه‌ای، انرژی ذخیره‌شده در میدان‌های مغناطیسی موضعی، پیدایش زبانک‌های مزبور را که عمرشان ۵ تا ۱۰ دقیقه است موجب گردیده و گسیله‌های درخشانی را که شمارشان در هر زمان به حدود ۵۰۰ هزاربالغ می‌گردد، پدید می‌آورد.

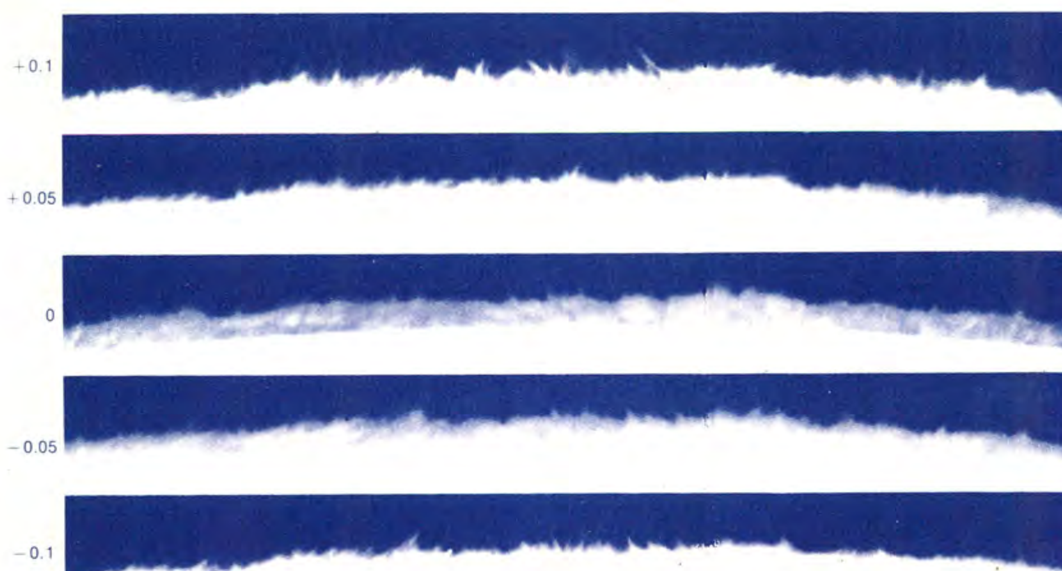
شبکه رنگینکره‌ای

Chromospheric Network

رنگینکره ساختار سلولی پهناوری را بنام شبکه رنگینکره‌ای به معرض نمایش می‌گذارد. سلول‌های مزبور شبکه‌ای را که با موقعیت ابردانه‌های رخشانکره منطبق بوده و تحت تأثیر میدان‌های مغناطیس موضعی مرزبندی گردیده‌اند، پدید می‌آورد. حرکت افقی‌وبرونسوی گازها که از مرکز سلول‌ها به‌سوی اطراف جریان‌دارند، تحت‌تأثیرمیدان‌های‌مغناطیس به‌دیواره‌هائی مبدل شده و به شبکه‌بندی رنگینکره می‌انجامد که بوسیله صافی‌های نور



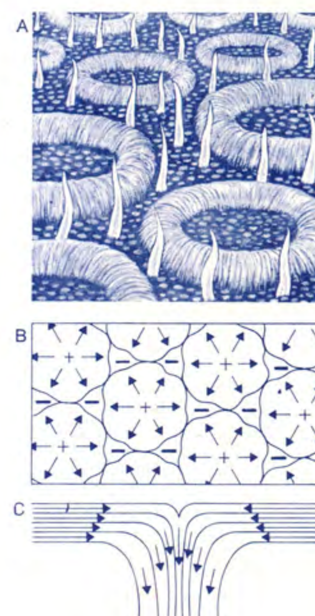
زبانک‌های خورشیدی
زبانک‌ها که‌ازجمله عوارض‌گسیلشی *Emission Features* هستند، در لبه‌های قرص خورشید بخوبی دیده می‌شوند. متناسب با نزدیک شدن به بخش‌های تابناک خورشید از وضوح و درخشش زبانک‌ها کاسته می‌شود و در مقایسه با قسمت‌های درخشان اطراف ــ رو به تیرگی می‌نهند. زبانک‌ها در مجاورت دیواره ابَردانه‌ها به خرمن‌هائی از گل‌وبته که پایه‌هایشان را خال‌های تابناکی تشکیل داده است تبدیل می‌گردند.
این عکس در سیزدهم فوریه ۱۹۷۱ بکمک‌فیلترهای‌مخصوص تهیه‌شده.



عکس‌هائی از زبانک‌های لبه‌ای که در ۱۴ اکتبر ۱۹۷۰ گرفته‌شده .

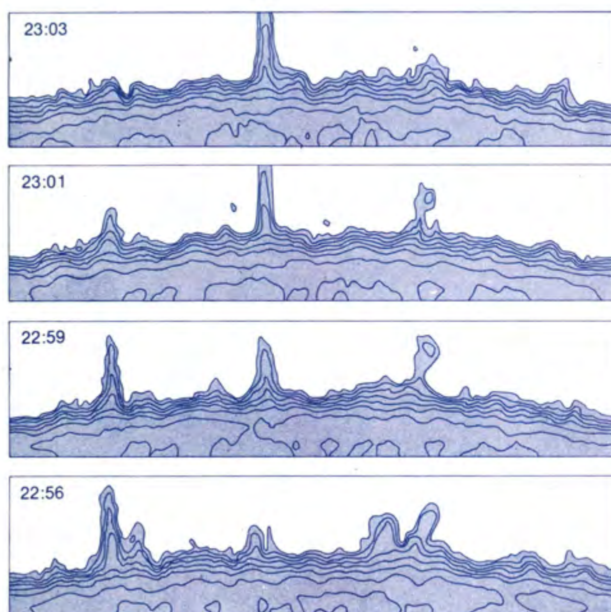
تکرنگ Monochromatic قابل رؤیت می‌باشند .

پردازش مشاهدات فرابنفشی ناو اسکای لب Skylab نشان می‌دهد که رنگینکره در مناطق قطبی خورشید شکل‌های گوناگونی به خود می‌گیرد و زبانک‌های قطبی تا ارتفاع قابل توجهی بالا می‌روند و به‌شعله‌های غول پیکری که بلندی آنها به بیش از چهل هزار کیلومتر می‌رسد مبدل می‌شوند و دمای آنها به حدود ۵۰،۰۰۰ کلوین افزایش می‌یابد و نیز عمرشان به ۵ تا ۱۰ برابر زبانک‌های معمولی یعنی حدود ۴۰ تا ۵۰ دقیقه به درازا می‌کشد . از دیگر عوارض رنگینکره که به‌کمک فیلتر نور تکرنگ دیده می‌شود ریشک Fibril ها هستند که عمرشان حدود ۱۰ تا ۲۰ دقیقه است . علاوه بر عوارض بالا ، پدیده‌های دیگری چون مشعل‌ها Flares ، زبانه‌ها Prominences ریسه‌ها Filaments و روشنه Plages های خورشیدی را نیز بایستی از جمله عوارض رنگینکره بشمار آورد .



ساختمان زبانک‌ها

به طوری که قبلاً دیدیم ، اَبَردانه های خورشیدی ، همانند تکدانه‌ها از فوران گازهای داغ تشکیل یافته و پیرامون آنها را دیواره‌هائی فرا گرفته است (شکل A) . علامت (+) (شکل B) محل جهیدن گازهای داغی را مشخص می‌سازد که پس از فوران سرنگون گردیده و در جهت افقی (در امتداد پیکان‌ها) رو به سوی دیواره اَبَردانه‌ها روان می‌شوند . علامت (–) جریان‌های فرورونده‌ای را که به تراکم بسیار زیاد مواد می‌انجامد نشان می‌دهد . جریان افقی مواد خط های میدان مغناطیس را به سوی دیواره‌ها می‌روبد و سر برآوردن زبانک‌ها را موجب می‌گردد (شکل C) .



این تصویر که در ۱۱ دسامبر ۱۹۷۳ تهیه شده ، مراحل پیدایش و رویش زبانک‌هائی که ارتفاع پاره‌ای از آنها به حدود چهل‌هزار کیلومتر می‌رسد ، نشان می‌دهد .

کلف‌های خورشیدی

SUNSPOTS

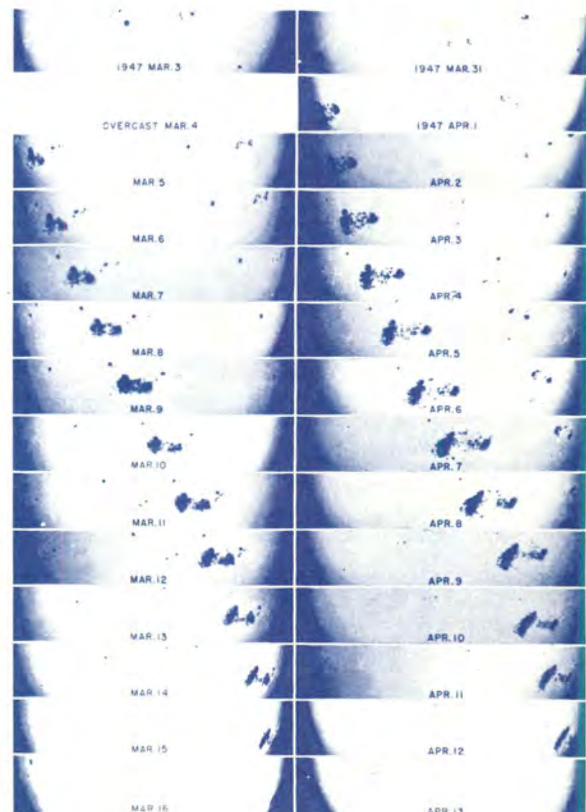
تاریخ شناخت کلف‌های خورشیدی که فعالیت شدید این ستاره را بیان می‌دارند به حدود ۲۰۰۰ سال پیش باز می‌گردد . تا اوایل سده

هفدهم میلادی که وجود کلف‌های خورشیدی بر چهره تابناک کانون منظومه شمسی مسجل گردید ، ستاره‌شناسان و دانشمندان وجود کلف‌های خورشیدی را زائیده پاره‌ای اجرام وذرات آسمانی واقع میان زمین و خورشید می‌پنداشتند و تصور وابستگی عوارض مزبور را به خود خورشید مردود می‌دانستند . گالیله Galileo و شینر Scheiner در سال ۱۶۱۰ میلادی به کمک دوربین‌های نجومی که به تازگی اختراع شده بود ، پندارهای دیرین را به یک سو گذاردند و کلف‌ها را بخشی از سیمای فروزان خورشید بشمار آوردند .

ویژگی‌های کلف‌های خورشیدی Characteristics of Sunspots

معمولا" هر کلف خورشیدی از یک بخش مرکزی تاریک یا سایه Umbra تشکیل یافته و پیرامون آن را بخش روشن‌تری بنام نیمسایه Penumbra که قطر آن حدود ۲/۵ برابر بخش میانی است فرا گرفته و حدود ۸۰ درصد سطح کلف را به‌خود اختصاص داده است .قسمت نیمسایه ظاهرا" از یک سری رشته‌های تاریک و روشن که به‌صورت شعاع‌هائی ازبخش سایه شروع شده و به لبه‌های کلف ختم‌گردیده تشکیل یافته است . علت سیاهی کلف‌های خورشیدی را در پائین‌تر بودن دمای آنها در مقایسه با دمای متوسط رخشانکره می‌توان جستجوکرد . قسمت سایه‌کلف دارای دمائی حدود ۴،۰۰۰ کلوین است و در مقایسه با دمای بخش نیمسایه که به حدود ۵،۶۰۰ کلوین‌بالغ می‌گردد سیاه‌تر بنظر می‌رسد و به همین ترتیب قسمت نیمسایه نیز در مقایسه با رخشانکره که دمای آن بالغ بر ۶،۰۰۰ کلوین می‌باشد ، طبیعتا" تاریکتر بنظر خواهد رسید . تأثیر اختلاف دما میان رخشانکره و بخش های مختلف کلف موجب گردیده تا درخشندگی بخش سایه حدود ۷۰ درصد از تابناکی رخشانکره کمتر باشد و درخشش بخش نیمسایه نیز به چیزی حدود ۷۰ درصد فروزش رخشانکره کاهش یابد . بدیهی است علت تاریکی کلف های خورشیدی چیزی جز تضاد درخشندگی میان قسمت‌های بالا نبوده و بالطبع نباید با تعبیری از تاریکی که در اذهان موجود است مقایسه گردد . برای روشن شدن مطلب کافی است بطور مثال گفته شود که میزان درخشندگی کلفی به اندازه قطر زمین لااقل ۵۰ بار از روشنائی کره ماه در حالت بدر بیشتر است .

اندازه کلف‌های خورشیدی از ۱۰۰۰ کیلومتر شروع می‌شود و به ده‌ها هزار کیلومتر می‌رسد و گاه پهنه‌ای را به وسعت 10^9 کیلومترمربع به‌خود اختصاص می‌دهد . پاره‌ای اوقات گروهی از کلف‌های خورشیدی که در یک محل جمع شده‌اند ، پهنه‌ای را به درازای بیش از صد هزار کیلومتر اشغال می‌کنند .



چرخش خورشید ،
به‌طوری‌که در شکل دیده می‌شود لکه خورشیدی بزرگی در سوم مارس سال ۱۹۴۷ از لبه باختری قرص خورشید سر برآورده ودر تاریخ ۱۶ مارس همان سال در لبه خاوری ناپدید گردیده است . درتاریخ ۳۱ مارس کلف مزبور مجددا" در لبه باختری آشکارشده و در سیزدهم آوریل دوباره در لبه خاوری محو گردیده است . لکه‌ای که در این عکس دیده می‌شود مساحتی‌حدود 18×10^9 کیلومترمربع را به خود اختصاص داده و در نوع خود بزرگ‌ترین کلفی است که تاکنون به ثبت رسیده است .

طبقه بندی کلف‌های خورشیدی Classification of Sunspots

برای طبقه بندی کلف‌های خورشیدی شیوه‌های گوناگونی موجوداست . طبقه‌بندی زوریخ Zurich Classification از جمله شیوه‌هایی است

A				
B				
C				
D				
E				
F				
G				
H				
J				

0° 10° 20° 30°

جدول طبقه‌بندی زوریخ ،
در این جدول که به وسیله ام ، والدمیر (M. Waldmeier) تهیه‌شده ، کلف‌ها را به‌کمک سه حرف طبقه‌بندی می‌کنند .حرف اول معرف طبقه‌بندی زوریخ A تا J است . حرف‌دوم نوع‌تاریکی آن را مشخص می‌سازد و حرف سوم میزان انبوهش یا تراکم اجزاء کلف را بیان می‌دارد .

که بطور نمونه در همین صفحه به نظر خوانندگان می‌رسد.

در این طبقه بندی که براساس رویش و تکامل کلف‌ها تهیه گردیده، لکه‌های خورشیدی را به ۹ طبقهٔ A,B,C,D,E,F,G,H وJ تقسیم کرده‌اند. خوشه کوچک A در نخستین طبقه جای دارد و طبقات بعد به گروههای دو قطبی اختصاص یافته که به ترتیب در ظرف ۸ تا ۱۰ روز به حداکثر پهنهٔ خود می‌رسند (F) و پس از آن رو به زوال گرائیده و به طبقات G تا J وارد می‌گردند و گاه تا چندین هفته در همین طبقات باقی می‌مانند ولی در حالات عادی عمر کلف‌ها در طبقات اخیر بیش از ۲ هفته به درازا نمی‌کشد.

کلف‌ها و چرخش خورشید

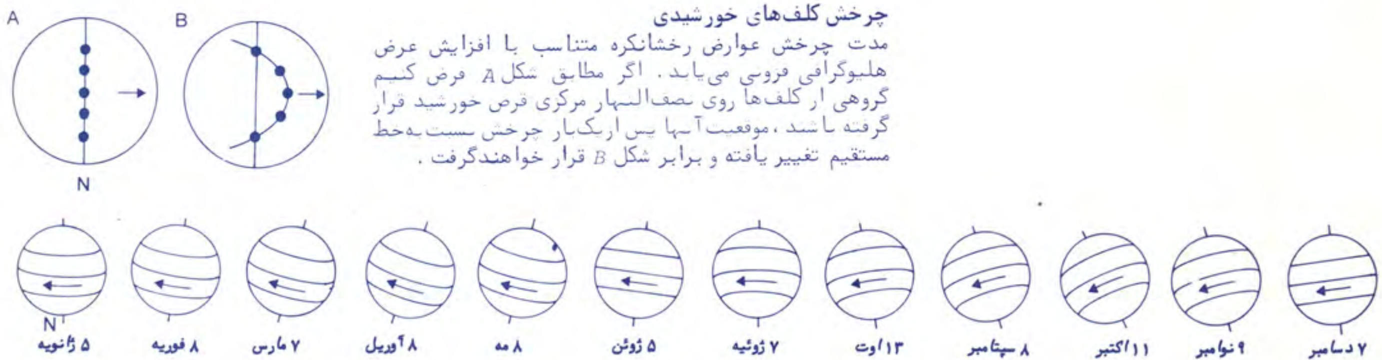
Sunspots & Solar Rotation

خورشید نیز همانند دیگر کرات به گرد محور خویش در چرخش است، اما برخلاف یک کره جامد، بخش های مختلف آن مدت‌های گوناگونی را صرف چرخش می‌نمایند. مدت چرخش خورشید حداقل ۲۵/۳۸ روز است. چرخش خورشید از زمین بسیار آرام و کند به‌نظر می‌رسد، زیرا کره زمین در همان جهتی که خورشید به‌گرد محور خویش می‌چرخد به دور مادر خود در گردش است و به‌همین مناسبت مدت زمان چرخش خورشید به دور محور خویش برابر ۲۷/۲۷۵ روز به درازا می‌کشد که به آن دوره اقترانی *Synodic Period* گفته می‌شود.

کلف‌های خورشید از جمله نشانه‌هائی هستند که چرخش خورشید را به روشنی ثابت می‌کنند. دیدار چهره خورشید در روزهای پیاپی گویای آن است که کلف‌ها موقعیت خود را در روی صفحهٔ خورشید عوض می‌کنند و قرص خورشید را بطور یکنواخت و آرام از باختر به خاور می‌پیمایند.

از آنجائی که استواء خورشید نسبت به سطح مدار گردش زمین به دور خورشید دارای زاویه‌ای برابر ۷/۲۵ درجه است، از این رو مسیر ظاهری کلف‌ها در طول سال فرق می‌کند.

موقعیت عوارضی مانند کلف‌های خورشیدی را در روی رخشانکره بر اساس سیستم مختصات (طول و عرض) هلیوگرافی *Heliographic* یا خورشید نگاری که شباهت تامی به سیستم مختصات جغرافیائی زمین دارد بیان می‌دارند. عرض هلیوگرافی از خط نیمگان (استواء) خورشید رو به سوی شمال و یا جنوب از صفر تا ۹۰ درجه اندازه‌گیری می‌شود و طول هلیوگرافی نسبت به نصف‌النهار مبداء و در امتداد خط نیمگان خورشید تعیین می‌گردد. نصف‌النهار مبداء خورشید دایره عظیمه‌ای است که بر سطح نیمگان عمود بوده و از دو قطب شمال و جنوب خورشید می‌گذرد.

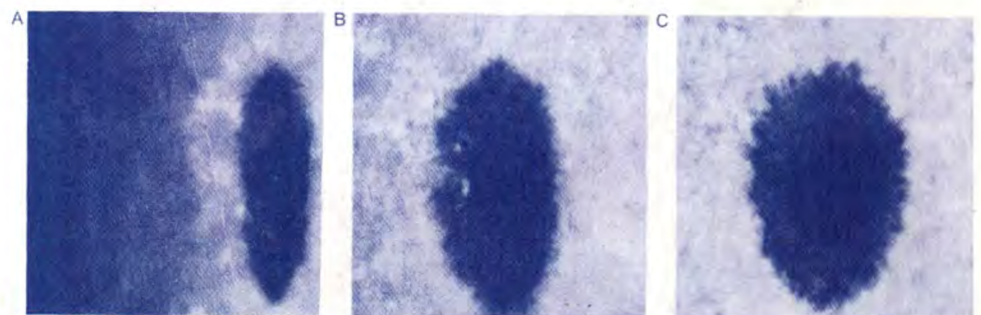


چرخش کلف‌های خورشیدی
مدت چرخش عوارض رخشانکره متناسب با افزایش عرض هلیوگرافی فزونی می‌یابد. اگر مطابق شکل A فرض کنیم گروهی از کلف‌ها روی نصف‌النهار مرکزی قرص خورشید قرار گرفته باشد، موقعیت آنها پس از یکبار چرخش نسبت به‌خط مستقیم تغییر یافته و برابر شکل B قرار خواهندگرفت.

حرکات ظاهری کلف‌های خورشیدی
زاویه میان شمال حقیقی و محور چرخش خورشید در طول سال بین صفر تا ۲۶/۳ درجه تغییر می‌یابد. چگونگی این تغییرات را بایستی در اثرات ترکیب شده اختلاف میان سطح استواء خورشید و سطح استواء زمین از یک طرف و سطح مدار گردش زمین به دور خورشید از سوی دیگر جستجو کرد.

جدول تغییرات زاویه میان شمال حقیقی
و محور چرخش خورشید

5 Jan	0°	8 April	26°.3	7 July	0°	11 Oct	26°.3
16 Jan	5°	26 April	25°	19 July	5°	30 Oct	25°
27 Jan	10°	8 May	23°	30 July	10°	9 Nov	23°
8 Feb	14°	19 May	20°	13 Aug	14°	20 Nov	20°
23 Feb	20°	5 June	14°	28 Aug	20°	7 Dec	14°
7 March	23°	15 June	10°	8 Sept	23°	16 Dec	10°
18 March	25°	26 June	5°	21 Sept	25°	26 Dec	5°



اثر ویلسن
هنگامیکه کلف های خورشیدی در مجاورت لبهٔ قرص خورشید قرار می‌گیرند، به بشقاب‌های گود شباهت می‌یابند. شکل‌های A و B و C کلف مدوری را که دارای سایه و نیمسایه متقارنی است نشان می‌دهند. گود بودن ظاهری لکه‌های خورشیدی که به آن اثر ویلسن *Wilson Effect* می‌گویند در عکس کلفی که نزدیک لبه قرص خورشید قرار گرفته است بخوبی دیده می‌شود.

نصف‌النهار مزبور عبارت از خطی است فرضی که از مرکز قرص خورشید در ساعت ۱۲ بین‌المللی Universal Time در تاریخ یکم ژانویه سال ۱۸۵۴ عبور نموده و فرض بر آن است که خط مزبور دارای حرکتی است یکنواخت که در طول ۲۵/۳۸ روز (مدت یک دور چرخش کامل خورشید) هیچگونه تغییری در آن حاصل نمی‌گردد . سیستم مزبور که بوسیله ریچارد کرینگتون Richard Carrington ارائه گردیده است رابطه‌ای با هیچیک از عوارض مرئی سطح خورشید ندارد و فقط دارای تعریف ریاضی است . زمان حرکت و جابجائی کلف‌های خورشیدی متناسب با عرض هلیوگرافی آنها متفاوت است . این وضعیت گویای آن است که زمان چرخش نقاط مختلف رخشانکره متناسب با عرض هلیوگرافی آنها متفاوت بوده و از ۲۵ روز تا ۲۷ روز در عرض ۳۰± درجه به طول می‌انجامد و در عرض‌های بالاتر بر طول این مدت افزوده می‌گردد . زمان چرخش خورشید را علاوه بر کلف‌ها می‌توان از راه بررسی اثر داپلر Doppler Effect نیز تعیین نمود ، بدین معنی که نور گسیل شده از لبه‌ای از خورشید که به‌سوی ما حرکت می‌کند به سوی قرمز گرایش داشته و نور لبه‌ای که از ما دور می‌گردد به رنگ آبی تمایل می‌یابد . با بررسی این وضعیت و اندازه‌گیری میزان رنگ‌های قرمز و آبی زمان چرخش خورشید را در خط نیمگان معادل ۲۶روز و در نواحی قطبی ۳۷ روز اندازه‌گیری کرده‌اند . ظاهرا" به‌نظر می‌رسد که کلف‌های خورشیدی حدود ۴ تا ۵ درصد سریع‌تر از دیگر عوارض زمینهٔ رخشانکره حرکت می‌کنند .

لکه‌های خورشیدی و نیروی مغناطیسی Sunspots & Magnetic Force

کلف‌های خورشیدی که در جهت چرخش خورشید حرکت می‌کنند معمولا" به‌صورت دوتائی و یا گروهی دیده می‌شوند و کلف‌های تک نیز بندرت یافت می‌گردد . مشاهدات و اندازه‌گیری‌ها نشان می‌دهد که لکه‌های خورشیدی از میدان مغناطیسی نیرومندی برخوردارند . گروه کلف‌های خورشیدی از نظر تمایلات قطبی به دو دسته مخالف و یا شمال و جنوب (مثبت و منفی) تقسیم می‌گردند . لکه جلوئی که جلوتر از دیگر لکه‌ها حرکت می‌کند ، بنام کلف پیشـرو شناخته شده و آن را با حرف (P) Preceding Spot نمایش می‌دهند و لکه‌های دیگر که به دنبال لکه مزبور در حرکتند کلف‌های دنباله‌رو نام دارند و با حرف (F) Following Spot مشخص می ـ گردند . لکه پیشرو از نظر مغناطیسی دارای قطب مثبت یا شمال بوده و لکه‌های دنباله‌رو دارای قطب منفی یا جنوب هستند . نیروی میدان مغناطیس قسمت سایه کلف‌ها بین ۲۰۰۰ تا ۴۰۰۰ گاوس بوده و گاه تا ده هزارگاوس فزونی می‌یابد . قدرت میدان مغناطیس کلف‌ها زمانی روشن می‌گردد که آن را با شدت میدان مغناطیسی زمین که ۰/۳ گاوس در نیمگان و معادل ۰/۷ گاوس در قطب‌هاست مقایسه کنیم .

کلف‌های خورشیدی را از نظر خاصیت مغناطیسی به سه گروه زیر تقسیم می‌کنند .

الف ـ گروههای یک قطبی یا تک لکه‌ای که دارای تمایل قطبی یکسان هستند .

ب ـ گروههای دو قطبی که کلف‌های پیشرو و دنباله‌رو آن دارای تمایل قطبی مخالف هستند .

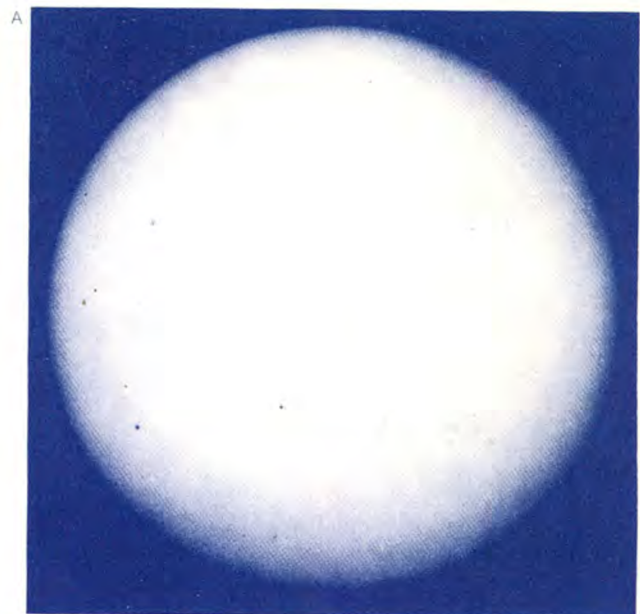
پ ـ گروههای مرکب که از تعداد کلف‌های زیادی با تمایلات قطبی مختلف و آمیخته درهم تشکیل یافته‌اند .

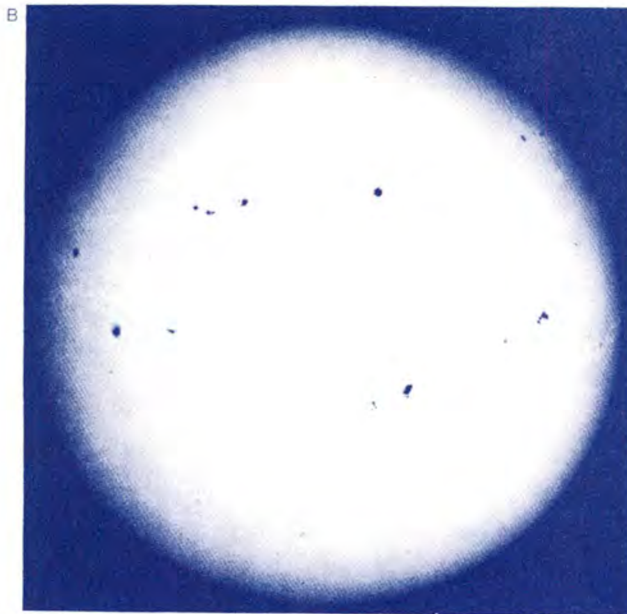
علت سردی و تاریکی کلف‌ها؟ Why Are Sunspots Cool & Dark?

با وجود این که قرن‌ها از شناخت و مطالعه کلف‌های خورشیدی می‌گذرد ، مع‌الوصف هنوز از علت تاریکی آنها آگاهی دقیقی در دست نیست . پاره‌ای از دانشمندان براین‌گمانند که ، شدت میدان مغناطیس موضعی قسمت سایه Umbrae تا حد زیادی از جریان یافتن مواد داغ به قسمت مزبور جلوگیری نموده و دمای آن را در مقایسه با دمای دیگر بخش های رخشانکره در سطح پائین‌تری نگاه داشته است و طبیعتا" گسیلش انرژی تشعشعی کمتری را موجب گردیده است . این نظریه چندان رضایت‌بخش نبوده و از پشتیبانی کافی برخوردار نیست . نظریه دیگری بر این پندار است که میدان مغناطیس قوی قسمت سایه موجب فزونی جریان‌های گداخته‌ای



کلف‌های دو قطبی ــ در این عکس خطوط میدان یا طیف مغناطیسی میان دو قطب مخالف کلف‌ها بخوبی دیده می‌شود . قسمت‌های روشن عکس به مشعلی تعلق‌دارد که در پی انگیزه‌های ناشناخته شروع به‌فعالیت نموده‌است .





عکس‌های بالا تعداد کلف‌های خورشیدی را در حالات حداقل و حداکثر نشان می‌هد. عکس A که در ساعت ۸و۳۲ دقیقه بین‌المللی (U . T) ۵ سپتامبر ۱۹۷۴ برداشته شده، چهره خورشید را با حداقل کلف‌ها آشکار می‌سازد. عکس B در ساعت ۹و۴۶ دقیقه بین ـ المللی (U . T) ۱۲ نوامبر ۱۹۷۹ گرفته شده و قرص خورشید را در حالت حداکثر فعالیت کلفی نشان می‌دهد. ارزش این عکس در آن است که، فعال‌ترین شرایط کره خورشید را در طول قرن بیستم نمایش می‌دهد.

گردیده که ۷۵ تا ۸۰ درصد آن به امواج ئیدرو مغناطیس Hydromagnetic Waves دگرگون شده و به جای گداختن، رخشانکره از آن عبور کرده و دمای جو بالای آن را فزونی بخشیده است.

دوره تناوبی کلف‌های خورشیدی Periodic Course of Sunspots

تعداد لکه‌های مرئی‌قرص خورشید بطور دوره‌ای درتغییر است. پدیده دوره تناوبی کلف‌های خورشیدی بوسیلهٔ هنریک شواب Heinrich Schwabe در سال ۱۸۴۳ پس از یک مطالعه ۱۷ ساله کشف گردید. در آن قسمت از دوره که شمار کلف‌ها به حداکثر می‌رسند، تعدادشان به صد و یا بیشتر بالغ می‌گردد و در زمان‌های حداقل به بیش از چندتا فزونی نمی‌یابد و حتی گاه تا چندین هفته اثری از لکه در قرص خورشید دیده نمی‌شود.

با وجود اینکه شواب معتقد است که دوره تناوبی لکه‌های خورشیدی ۱۰ سال است ولی بررسی‌های بعدی که به ویژه بوسیله آر. ولف R.Wolf بعمل آمده دوره تناوبی را به ۱۱ سال فزونی بخشیده و مطالعات ۵۰ سال اخیر میانگین دوره مزبور را معادل ۱۰/۴ سال به حساب آورده است.

صرفنظر از چند مورد استثنائی کلا" اگر بطور مثال کلف‌های پیشرو (P) واقع در نیمکره شمالی دارای خاصیت مغناطیسی مثبت باشند، کلف‌های پیشرو نیمکره جنوبی از خاصیت مغناطیسی منفی بهره‌مند خواهند بود. بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که این وضعیت در سرتاسر طول دوره تناوب یعنی ۱۱ سال ثابت می‌ماند و در پایان دوره دگرگون شده و قطب‌های مغناطیسی جای خود را در دو نیمکره عوض می‌کنند و یک دوره ۱۱ ساله دیگر را آغاز می‌نمایند و در نهایت پس از ۲۲ سال دوباره به حالت نخست بازمی‌گردند و به همین‌جهت می‌توان دوره تناوب کلف‌ها را ۲۲ سال محسوب داشت.

مناطق فعال خورشیدی

ACTIVE REGIONS

افزون بر کلف‌ها، نشانه‌های دیگری که بر فعالیت‌های خورشید دلالت دارند، بر چهرهٔ کره مزبور دیده می‌شود که زبانه‌ها Prominences، مشعل‌ها Flares، درخشه‌ها Faculae، روشنه‌ها Plages و ریسه‌ها Filaments را می‌توان از آن جمله به شمار آورد.

روشنه‌ها Plages

نام روشنه از آنجا اقتباس گردیده که اصل کلمه (یعنی پلاژ) در زبان فرانسه به مفهوم منطقه‌ای از ساحل دریا بکار می‌رود که به دلیل سپیدی دانه‌های شن و ماسه نور خورشید را به‌شدت منعکس‌نموده و پهنه‌های

سفید و روشنی را در دیده مجسم می‌سازد و همانند لکه‌هائی تابناک و روشن در زمینه رنگینکره جلوه‌گر می‌شوند. روشنه‌ها تقریباً "بر درخشه Faculae های رخشانکره منطبق بوده و بیانگر مناطقی هستند که فزونی بسیار زیاد دما از ویژگی آنهاست و عارضه تابناکی بنام تاج خورشید Corona بر فراز آنها قرار گرفته است. روشنه‌ها بازگوکننده مناطقی هستند که از میدان مغناطیسی نیرومندی برخوردار بوده و از جمله نشانه‌های بارز فعالیت‌های خورشید بشمار می‌آیند. این پدیده‌ها همانند درخشه‌های رخشانکره پیش از پیدایش کلف‌های خورشیدی بر سطح کره مزبور آشکار می‌گردند و تا مدتی پس از ناپدید شدن لکه‌های خورشیدی همچنان برجای می‌مانند، به همین مناسبت از اصطلاحی چون درخشه‌های رنگینکره نیز می‌توان برای معرفی این پدیده استفاده نمود.

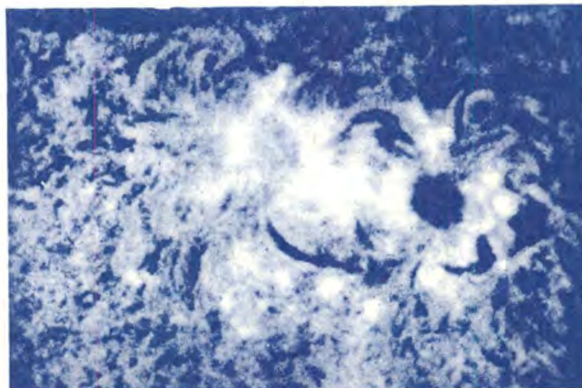
تصور بر این است که درخشندگی روشنه‌ها به فزونی فوق‌العاده زیاد جریان انرژی به درون جو خورشید مربوط بوده و همچنین با قدرت فراوان و شدت بسیار زیاد نیروی میدان مغناطیس در ارتباط باشند.

برخلاف لکه‌های خورشیدی که ظاهراً" به‌دلیل شدت میدان مغناطیس (که به ۲۰۰۰ تا ۴۰۰۰ گاوس بالغ می‌گردد) از جریان مواد داغ به‌قسمت سایه Umbrae جلوگیری شده است، روشنه‌ها از میدان مغناطیسی ضعیف‌تری (حدود ۱۰۰ تا ۲۰۰ گاوس) برخوردار بوده و راه را برای پیدایش پدیده تابناکی بنام تاج خورشیدی که بر فراز آنها جای دارد، هموار ساخته‌اند.

ریسه‌ها
Filaments

همانطوری که از نام آنها پیداست، عبارت از رشته‌ها و یا خط‌های دراز و خنثی‌ای هستند (همانند خطی که مناطق مغناطیسی را از نظر تمایلات قطبی از هم جدا می‌سازد) که اغلب برای چندین ماه (بطور عادی ۶ تا ۱۰ ماه) به حیات خویش ادامه داده و گاه بلافاصله پس از ظهور ناپدید می‌گردند و کوتاه‌مدتی بعد دوباره از محل نخستین آشکار می‌شوند.

ریسه‌ها درواقع لوله‌ها و یا حلقه‌هائی از مواد نسبتاً" متراکم و غلیظی هستند که دمای آنها کمابیش همسان با رنگینکره بوده و بر فراز گروه کلف‌ها و در زیر تاج خورشیدی جای دارند. ریسه‌ها را بیشتر بدانجهت در قرص خورشید می‌توان دید که نور را به‌خود جذب‌کرده و به‌سان رشته‌هائی تاریک بر چهره تابناک این ستاره فروزان جلوه‌گر شده‌اند، باوجود این ریسه‌هائی که در کنار لبه‌های قرص خورشید قرار می‌گیرند، از تاج‌های زمینه خورشید صدبار درخشان‌تر بوده و گویای آن هستند که باید درزمره عوارض گسیلشی Emission Features بشمار آیند و پیشگامان زبانه‌های خورشیدی محسوب گردند.



در این عکس گروهی از لکه‌های خورشیدی همراه با روشنه‌ها و چند ریسهٔ تاریک دیده می‌شود.

زبانه‌های خورشیدی

PROMINENCES

زبانه‌های خورشیدی از جمله زیباترین و تماشائی‌ترین پدیده‌های کره خورشید بشمار می‌روند. این پدیده به ویژه هنگامیکه در لبه قرص خورشید ظاهر می‌گردد، به ابرهای آتشینی که از لایه‌های فوقانی رنگینکره سر برآورده‌اند شباهت می‌یابد و بر زیبائی و جلوه خویش دوچندان می‌افزاید. دمای توده مرکزی زبانه‌های خورشیدی معمولاً" بین ده هزار تا سی هزار کلوین بوده (حدود یکصدم دمای تاج خورشیدی) و تراکم آنها تقریباً" صد بار بیشتر از انبوهش محیط پیرامون آن است و جرم حجم معینی از زبانه‌ها حدود صد برابر بیشتر از جرم حجم معادل مواد تاج خورشیدی است.

زبانه‌های خورشیدی را در شرایط عادی فقط می‌توان از طریق خطوط طیفی مشاهده نمود و در خورگرفت (کسوف) های کامل مستقیماً" در معرض دید قرار داد. دستیابی به وسایل و دستگاههای نوین فضائی در سال‌های اخیر، بررسی زبانه‌های خورشیدی را با سهولت بیشتر فراهم ساخته ومطالعه پدیده مزبور را بویژه به‌کمک پرتوهای فرابنفش و X امکان‌پذیرنموده‌است. بررسی‌ها نشان داده که زبانه‌ها در مقابل پدیده‌های تابناکی چون تاج خورشیدی عوارض تاریکی بیش نیستند و میزان گسیلش امواج نورانی آنها در مقایسه با تاج خورشیدی بسیار ناچیز است.

زبانه‌های خورشیدی را به دو گروه‌خاموش و فعال تقسیم می‌کنند.

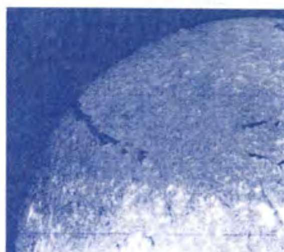
زبانه های خاموش
Quiescent Prominences

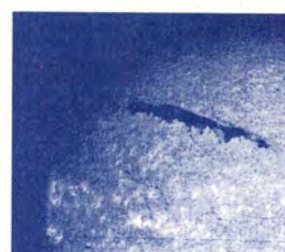
در میان پایاترین پدیده‌های خورشیدی که از عمر نسبتاً" طولانی برخوردارند، بایستی از زبانه‌های خاموش نام برد. این زبانه‌ها که شکل و ساختمان خود را تا چندین ماه و حتی یک سال حفظ می‌کنند، یکباره و بطور ناگهانی ناپدید می‌گردند و گاه بطور شگفت‌انگیزی فوران یافته وکوتاه زمانی بعد نابودمی‌گردند. طول زبانه‌های‌خاموش‌حدود ۲۰۰ هزار کیلومتر و ارتفاع آنها به ۴۰ هزار کیلومتر و ضخامتشان به ۵ هزار تا ۸ هزارکیلومتر بالغ می‌شود.

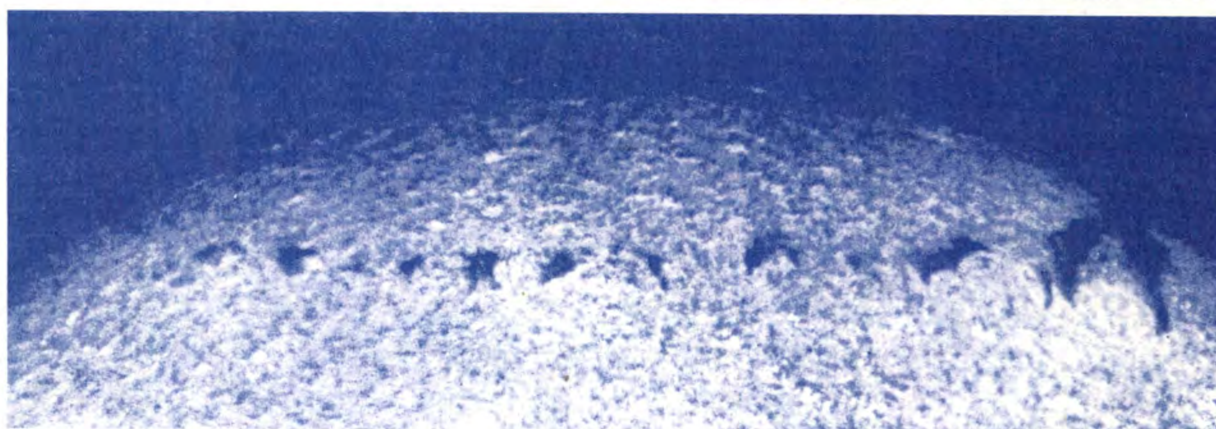
زبانه‌های فعال
Active Prominences

از ویژگی این زبانه‌ها که در مقایسه با زبانه‌های خاموش عمر بس

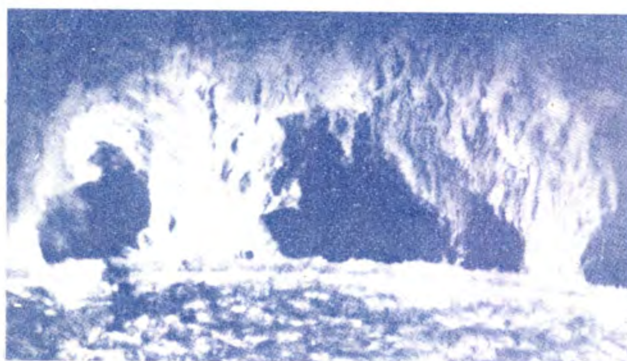
زبانه‌های خورشیدی ــ هماهنگ با چرخش خورشید بصورت رشته‌هایی تاریک و طویل جلوه‌گر می‌شوند. این تصاویر درروزهای ۲۴ تا ۲۶ ژوئیه ۱۹۸۰ برداشته شده‌اند.



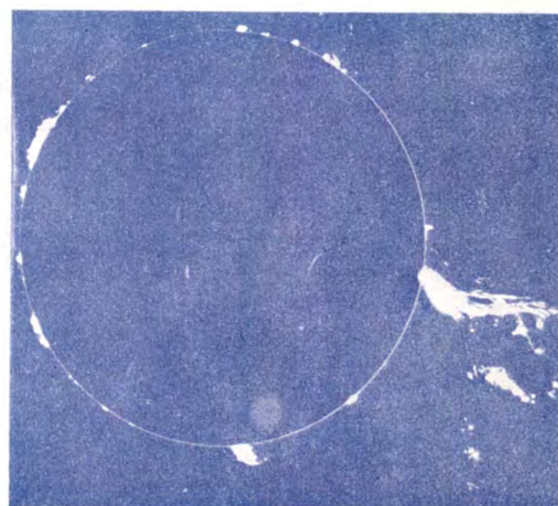




زبانه‌های خاموش ــ معمولا " هنگام آرامش خورشید بر چهره‌ٔ آن آشکار می‌شوند. تاریخ عکسبرداری چهارم اکتبر ۱۹۶۶.



زبانه‌های قوسی ــ بلندی این زبانه‌ها نسبت به سطح رخشانکره گاه به حدود ۶۵ هزار کیلومتر بالغ می‌گردد.



این عکس استثنائی که در دوم مارس ۱۹۶۹ برداشته شده نوعی زبانه فورانی را نشان می‌دهد. دراین فوران که مدت ۲ ساعت و ۱۵ دقیقه به درازا کشید، توده‌ای ازابرهای آتشین خورشیدی با سرعتی برابر ۲۷۰ کیلومتر در ثانیه به خارج پرتاب گردید.



زبانه‌های حلقوی ــ ساختار حلقوی این زبانه‌ها وجود میدان مغناطیسی نیرومندی را بر فراز گروه کلف‌های خورشیدی بیان می‌دارد.

کوتاهتری دارند این است که ، در عرض چند دقیقه بشدت تغییر شکل می‌دهند و پیام‌آورانی از فعالیت خورشید بشمار می‌آیند . طول متوسط زبانه‌های فعال که معمولا " با گروه لکه‌های خورشیدی همراهند به‌حدود ۶۰۰ هزار کیلومتر می‌رسد و به دو نوع قوسی و حلقوی تقسیم می‌گردند .

مشعل‌های خورشیدی

SUN FLARES

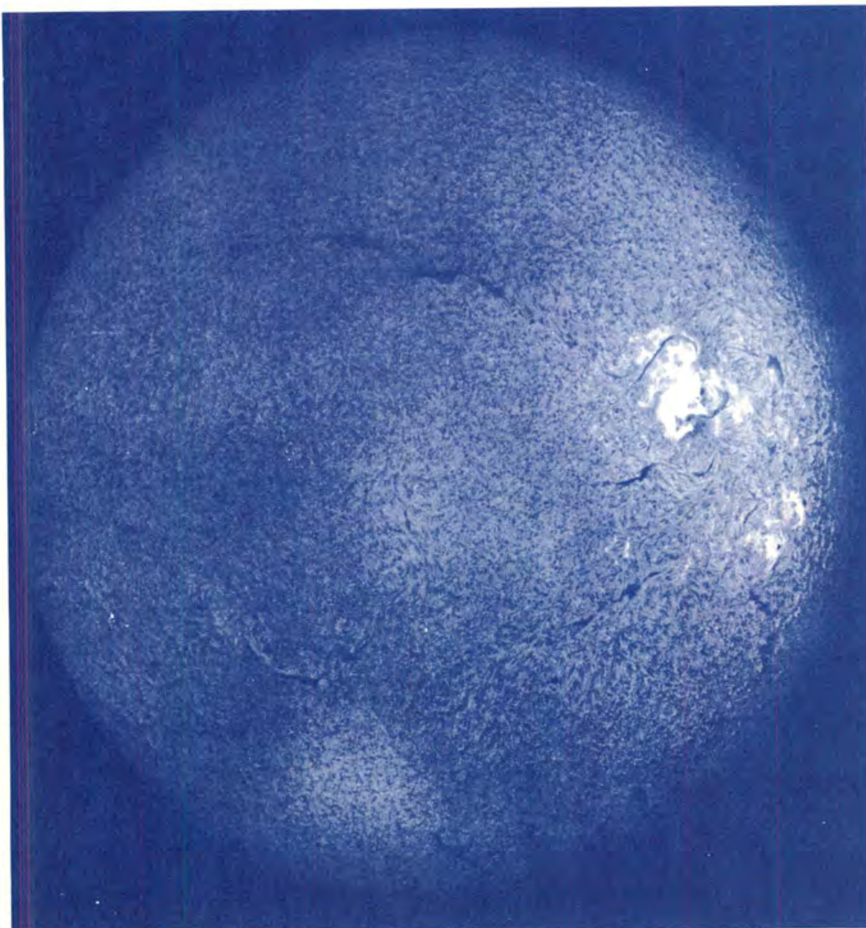
مشعل‌ها که محصول رهائی وحشتناک انرژی انباشته شده در اطراف نواحی فعال خورشیدی هستند، رها سازندهٔ ذرات اتمی و گسیل دارندهٔ تشعشعات منعکسه در طیف مغناطیس می باشند.

ریچارد کرینگتون Richard Carrington انگلیسی، نخستین دانشمندی است که در سال ۱۸۵۹ این پدیده شگفت‌انگیز را در نور سفید مشاهده نموده است. از آنجائی‌که پدیدهٔ مزبورزمینه‌ای چون سطح تابناک رخشانکره را در پشت سر دارد، از این رو دیدار آن در شرایط عادی بسیار دشوار بوده و قاعدتا" مشعل‌های مرئی در نورسفید را بایستی جزومشعل‌های بسیار کمیاب بشمار آورد و برکشف ریچاردکرینگتون ارج نهاد.

مشعل‌های خورشیدی از شماری دانه‌های گسیل دارندهٔ حرارت که دمای آنها به حدود ده‌هزارکلوین می‌رسد، تشکیل یافته‌اند. درون‌هردانه هسته‌های درخشانی جای گرفته که قطر آنها بین هزار تا ده هزار کیلومتر است. میزان دمای گسیل شده از مشعل‌های خورشیدی را بوسیله‌دستگاههای مجهز به نور فرابنفش اندازه می‌گیرند.

مشعل‌ها که معمولا" در کنار خط‌های خنثی نواحی فعال خورشیدی پدیدار می‌گردند، در آغاز از نقاط درخشان متراکمی تشکیل می‌یابند که بطور ناگهانی پهنه وسیعی به مساحت حدود 10^9 کیلومترمربع را در عرض چند دقیقه فرا می‌گیرند. گاهی اوقات مشعل‌ها در طرفین خط خنثی ظاهر می‌گردند و همانند نوارهای فروزان طویلی جلوه‌گر می‌شوند. مشاهداتی که روی لبه‌های قرص خورشید بعمل آمده، نشان می‌دهد که ارتفاع این‌پدیده نسبت به سطح رخشانکره به ۵۰۰۰ تا ۱۵،۰۰۰ کیلومتر بالغ می‌گردد. مشعل‌های خورشیدی درعرض‌چند دقیقه به‌حداکثر درخشندگی خودمی‌رسند و سپس به آرامی رو به خاموشی می‌نهند. در شرایط معمولی مدت‌زمان آغاز فعالیت تا خاموشی کامل مشعل‌ها از ۱۰ دقیقه تا چند ساعت بوده و برای مشعل‌های کوچک از ۲۰ دقیقه تجاوز نمی‌کند.

معمولا" مشعل‌ها را برحسب میزان درخشندگی و پهنهٔ زیر پوشش طبقه بندی می‌کنند و گاه نیز متناسب با درخشندگی تارکشان طبقه‌بندی می‌گردند تا توصیف بازدهی انرژی آنها آسان‌تر شود.



این‌مشعل‌که‌در۷ اوت ۱۹۷۲ در سطح خورشید دیده شده یکی از بزرگ‌ترین مشعل‌هائی‌است که تاکنون به ثبت رسیده است. این مشعل میزان فعالیت فروزه‌های قطبی کره زمین را فزونی بخشید و در امواج کوتاه رادیوئی اختلالاتی پدید آورد.

مشعل‌های خورشیدی کلا "منشاء تولید تشعشعاتی مانند پرتو X هستند که در پی جریان جویبارهائی از الکترون و گاه پروتون که غالبا" با گسیلش توده‌های عظیمی از مواد همراهند، پدید آمده‌اند. ذرات مزبور که به سوی جو خارجی خورشید روان هستند، حامل اثرات مهمی روی مغناطکره Magnetosphere و همچنین جو زمین می‌باشند. یک مشعل بزرگ بطور متوسط حدود 10^{39} الکترون و به همین اندازه پروتون به خارج گسیل می‌دارد. الکترون‌ها با سرعت و شتاب زیاد از جو خورشید عبور می‌کنند و با به نوسان درآوردن پلاسمای تاج‌های خورشیدی Corona به پیدایش امواج رادیوئی می‌انجامند. امواجی که بدینسان تولید شده‌اند به پنج نوع زیر تقسیم می‌گردند:

الف ــ توفانهای صدائی Noise storms که فقط با یک سری انفجار توامندو عمر آنها از چند ساعت تا چند روز به درازا می‌کشد.

ب ــ انفجارهای نوع دوم II Bursts که دارای طول موجی معادل ۳۰۰ تا ۱۰ مگاهرتز MHZ بوده و در پی عبور سریع لرزه‌های بسیار شدید از میان تاج خورشیدی که سرعتشان به ۸۰۰ تا ۲۰۰۰ کیلومتر در ثانیه بالغ می‌گردد، پدید می‌آیند.

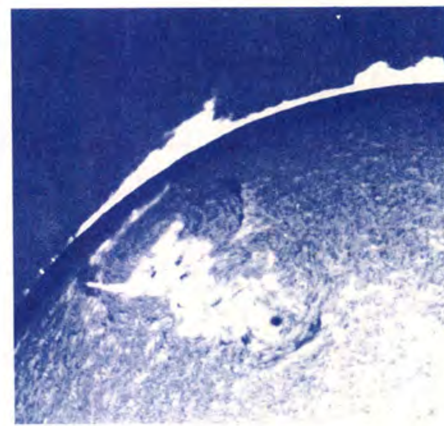
پ ــ انفجارهای نوع سوم III Bursts که دارای طول موجی برابر ۸۰۰ تا ۱۰ مگاهرتز MHZ بوده و عمر کوتاه آنها از چند ثانیه تجاوز نمی‌کند. علت وقوع این انفجارها، عبور الکترون‌ها از میان پلاسمای تاج های خورشیدی با سرعتی معادل نصف سرعت نور است.

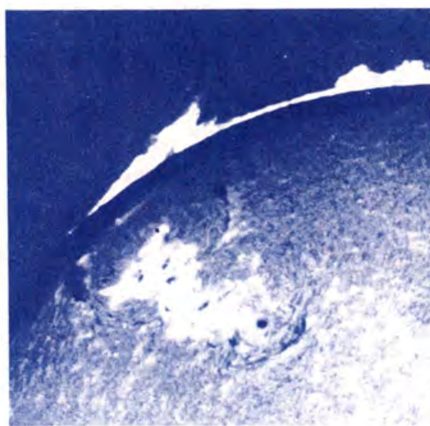
ت ــ انفجارهای نوع چهارم Iv Bursts که متحرک بوده و از میان تاج خورشیدی با سرعت ۱۰۰ تا ۱۴۰۰ کیلومتر در ثانیه عبور می‌کنند.

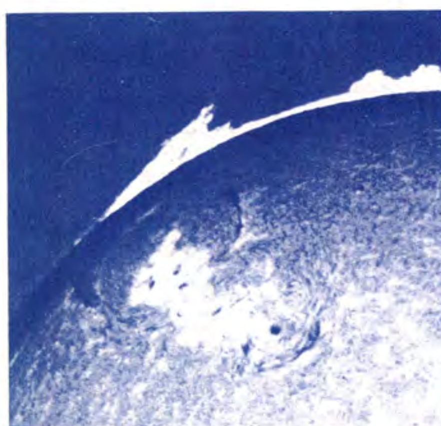
ث ــ انفجارهای نوع پنجم V Bursts که شبیه انفجارهای نوع سوم هستند و احتمالا" از به‌دام افتادن و یا تاخیر پاره‌ای الکترونهای بسیار سریع پدید می‌آیند.

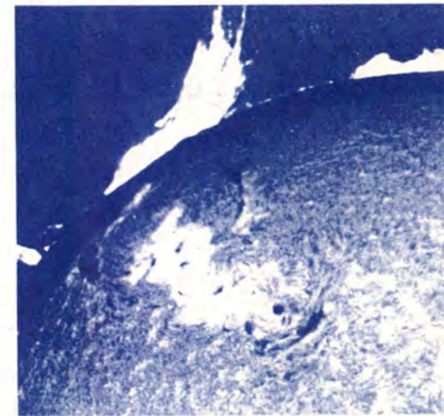
بررسی مشعل‌های خورشیدی ما را به حل بسیاری از معماها و رازهای ناشناخته یاری می‌کند. امروزه به تحقیق روشن گردیده که پرتوهای X و فرابنفش و همچنین ذره‌های گسیل شده از مشعل‌های خورشیدی اثر مستقیمی روی کره زمین داشته و مشعل‌های بزرگ تهدیدی جدی برای فضانوردان بشمار می‌آیند.

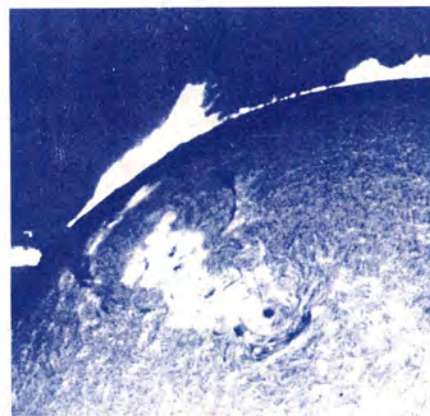
شناخت مکانیسم مشعل‌های خورشیدی راه حل‌های ارزنده‌ای درزمینه تحصیل انرژی از راه گدازش هسته‌ای در اختیار ما می‌گذارد و دریچه‌های امیدبخشی برای برطرف سازی بحران انرژی فراروی ما می‌گشاید و علاوه بر آن بررسی رفتار ستارگان دوردستی که گاهگاه مشتعل گردیده و درخشندگی آنها دستخوش نوساناتی می‌شود نیز از راه مطالعهٔ مشعل‌های خورشیدی امکان پذیر می‌گردد.

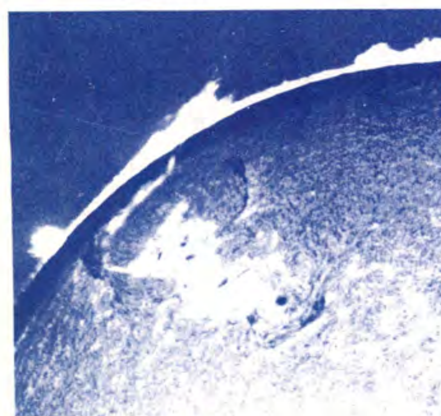

1541:15


1539:30


1536:00 UT


1612:15


1548:30


1543:15

این عکس‌ها که در ۲۱ مه ۱۹۶۷ برداشته شده، مراحل پیدایش و تکامل مشعل خورشیدی کوچکی را نشان می‌دهد. ارقام زیر عکس‌ها زمان عکسبرداری را مشخص می‌سازند.

تاج‌های خورشیدی

CORONA

تاج های خورشیدی در جو خارجی کره خورشید جای دارند و نور کمابیش ضعیفی را که بطور متوسط از فروغ ماه شب چهارده (بدر) کمتر است از خود گسیل می‌دارند و چون در فروغ خیره کنندهٔ رخشانکره غرق شده‌اند ، لذا جز درکسوف‌های کامل ، با چشم غیر مسلح دیده نمی‌شوند .

اختراع تاجنگار *Coronagraph* در دههٔ ۱۹۳۰ ، بررسی‌بخش‌های‌درونی تاج خورشیدی را درشرایط مساعدواز جایگاهها و رصدخانه‌های مرتفع فراهم ساخت و در آغاز دههٔ ۱۹۷۰ ، هنگامیکه دستگاه تاجنگار به دست انسان در مدار زمین قرار گرفت ، مطالعهٔ دائمی پدیدهٔ مزبور به‌نحو مطلوب امکان‌پذیر گردید . کاربرد شیوه‌ها و تکنیک‌های مجهز به پرتوهای فرابنفش و X نیز گام‌بزرگ دیگری در این‌زمینه بشمارآمد و مطالعهٔ پدیدهٔ مزبور را که تا آن زمان منحصر به لبه‌های قرص خورشید بود ، به سراسر کره فروزان عالم منظومه شمسی تعمیم داد .

تاج های خورشیدی ظاهر کاملا" متفاوتی دارند وکلا" شکل و فرم آنها به حالات و دگرگونی‌های نوبه‌ای کره مزبور یا سیکل خورشید بستگی دارد .

هنگامی‌که خورشیـد از نظـر فعالیـت‌هـای کلفـی در آرامـش *Solar Minimum* بسر می‌برد ، تاج‌های خورشیدی نسبت بـه امتداد نیمگان (استواء) کره مزبور از فرم گسترده همگون و متقارنی برخوردار می‌شوند و در فعالیت‌های شدید مغناطیسی یا کلفی که به آن سخت‌کوشی خورشید *Solar Maximum* می‌گویند ، همانند تـوده‌هـای عظیمـی از ابر سفید در نواحی قطبی انباشته می‌گردند و پدیده‌ای بنام پرهای قطبی *Polar Plumes* را بـه وجود می‌آورند و گاه در فعـالیت‌هـای کلفـی به‌صورت هاله‌ای‌یکسان و یکنواخت بر گرداگردخورشیدپرتوافشانی‌می‌کنند .

دنبالهٔ طویل تاج‌ها و یا گیسوی *Streamer* خـورشید کـه بر فراز نواحی فعال رخشانکره جای دارند و بیشتر به شکل بادبزن و یا رشته‌های نورانی جلوه‌گر می‌شوند ، بیانگر تبعیت از میدان‌های مغناطیسی موضعی بوده و پیروی از شرایط هندسی میدان‌های مزبور را گویا هستند .

کمان‌های کوچک و متراکم موجود در تاج‌های کوتاه ، مدارهای رابط میان قطبهای مغناطیسی و یا خطوط طیفی میدان مغناطیس را مشخص می‌سازند و قوس های بزرگ مناطق مغناطیسی مخالف را به‌صورت پل‌های عظیم بهم می‌پیوندند و گیسوهای بلند و ممتد خورشیدی که گاه تا چند برابر شعاع‌خورشید در فضا گسترش می‌یابند ، بر فرازآنها پدیدارمی‌شوند . بطور کلی درآرامش‌های خورشیدی ، تاج‌های بادبزنی و دیگرعوارض‌تاجی به‌صورت‌گیسوهای‌بلند و در سخت کوشی‌ها ، همانند هاله‌ای سراسرخورشید را در خود فرو می‌برند .

درازای بلندترین و بزرگترین گیسوها که بر فراز کلف‌های خورشیدی جلوه‌گر می‌شوند گاه تا بیست برابر شعاع خورشید فزونی می‌یابند .

ساختار تاج‌های خورشیدی *Struture of the Corona*

از آنجائی‌که تاج‌های خورشیدی به‌دلیل وجود گازهای گداخته و برخورداری از دمای بسیار زیاد ، گسیلگر *Emitter* نیرومندی از نظر پرتو X بشمار می‌روند ، لذا به‌کمک شیوه‌های مجهز به پرتو X ، ساختار و تراکم بخش های مختلف این پدیده را مورد مطالعه قرار داده و سه بخش متمایز زیر را در آن مشخص ساخته‌اند :

الف ــ بخش فعال و نقاط درخشان تاج های خورشیدی که گسیل‌گر پرتوهای X روشن هستند و با میدان‌های‌نیرومند مغناطیسی همراهند .

ب ــ بخش آرام که گسیل‌دارندهٔ پرتوهای X ضعیف‌تر بوده و نسبت به پرتوهای بخش الف گسترده‌ترند .

پ ــ چاله‌های تاجی *Coronal Holes*

تاج های خورشید از دیدگاه تلسکوپی و مغناطیسی نیز به سه بخش عمده به شرح زیر تقسیم می‌گردند :

۱ــ بخش K ــ که منعکس کنندهٔ طیفی ممتد بوده و اثری از خط‌های فراونهوفر در آن دیده نمی‌شود . نور این قسمت که درونی‌ترین بخش تاج خورشیدی است ، همسان نور رخشانکره بوده و بوسیلهٔ الکترون‌های بسیار سریع منتشر می‌گردد .

۲ــ بخش F ــ که آن نیز به‌صورت‌طیف‌ممتد و فاقدخطوط فراونهوفر خودنمائی‌می‌کند و بخش بیرونی‌تاج را تشکیل می‌دهد . دنبالهٔ این قسمت گاه تا دو برابر شعاع خورشید درفضا گسترش می‌یابد . این قسمت که از غبارهای موجود بین سیارات تشکیل یافته است ، ارتباطی با جو خورشید نداشته و بخشی از فضای نزدیک به خورشید محسوب می‌گردد ، نور سفیدی که هنگام کسوف از زمین دیده می‌شود و یا بوسیله تاجنگارهای مداری ثبت می‌گردد ، متعلق به بخش های K و F تاج خورشیدی است .

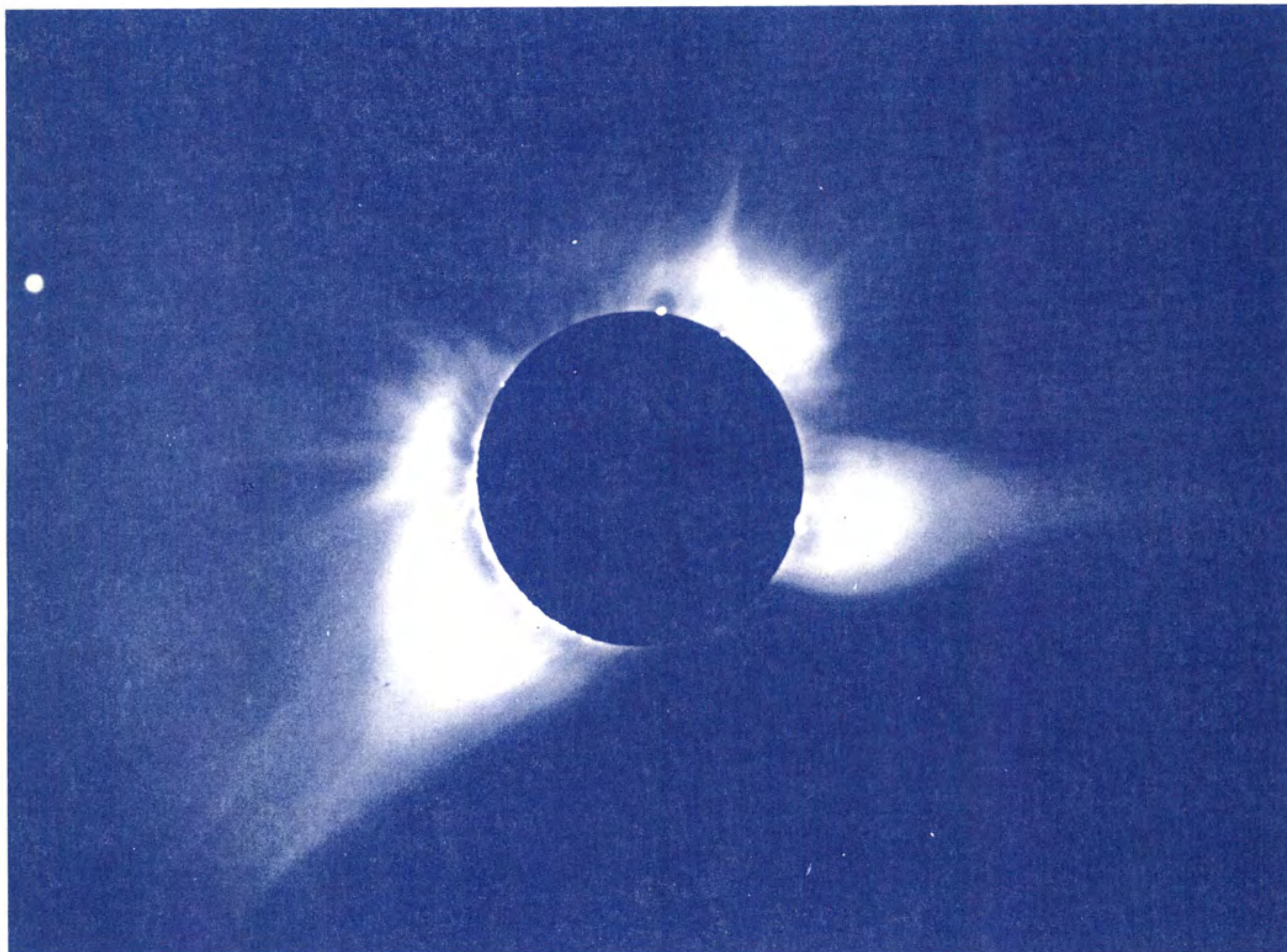
۳ــ بخش E ــ که از یکسری خطوط‌گسیل‌دارندهٔ نورکمرنگ حاصله از یون‌هائی که به آرامی حرکت‌می‌کنند ، تشکیل‌یافته و طیف ممتد و ضعیفی را ایجاد نموده است . وجود این‌خطوط ، دمای بسیار زیاد تاج خورشیدی را که از 10^6 کلوین بیشتر است ، ثابت می‌سازد .

دمای تاج خورشیدی *Temperature of the Corona*

ظاهرا" تصور این است که دمای تاج های خورشیدی قاعدتا" نبایداز دمای رخشانکره که چیزی حدود شش هزار کلوین است تجاوز نماید ، اما حقیقت چیز دیگری است .

در سال‌های اخیر ، کاربرد وسایل بسیار نوین و سیستم‌های پیشرفته ثابت کرده است که تاج های خورشیدی از دمای بس‌زیاد و فوق تصوری برخوردارند . عدم‌وجود خطوط فراونهوفر در طیف بخش K و وجود فلزات فوق‌العاده یونیده دربخش E تاج‌های‌خورشیدی دلیلی برهمین‌مدعاست . بررسی‌های انجام شده رویهمرفته نشان می‌دهد که دمای بخش K تاج

حدود 2×10^{6} کلوین و دمای دیگر جاهای تاج خورشیدی بین 1×10^{6} تا 5×10^{6} کلوین در تغییر است. تراکم مواد در تاج خورشیدی همانند دمای آن و به‌نسبت عکس فاصله از خورشید کاهش می‌یابد، آنچنانکه تراکم متوسط در بخش های داخلی تاج که حدود 10^{15} الکترون در مترمکعب است در فاصله ۲ برابر شعاع خورشید ده‌هزار بار کمتر می‌شود. این که چرا تاج های خورشیدی از این‌چنین دمائی برخوردارند، خود مسئله‌ای است که کارشناسان فضائی را در سال‌های اخیر به اندیشه واداشته و در پی چگونگی آن به تحقیق برخاسته‌اند. فرضیاتی چون انرژی لرزه‌ای‌حاصله از غلیان وفعالیت‌های فرا رفت رخشانکره و یا اثرات مغناطیسی که برای بیان علت فزونی دمای تاج خورشیدی ارائه شده، هنوز با تردیدهائی روبروست و به بررسی‌های بیشتری نیازمند است.



این عکس که مربوط به کسوف ۱۲ نوامبر ۱۹۶۶ است و طی دوران سخت‌کوشی خورشید برداشته شده، گیسوهای تاج خورشیدی را که تا فاصله‌ای حدود ۴/۵ برابر شعاع خورشید در فضا گسترش یافته‌اند، نشان میدهد. زبانه‌های خورشیدی نیز در لبه قرص ستاره فروزان منظومه شمسی دیده می‌شوند.

چاله‌های تاجی

CORONAL HOLES

مناطقی از خورشید که از طرفی میدان مغناطیسی آنها ضعیف بوده و از سوی دیگر طیف مغناطیسی آنها باز باشد ، به‌صورت پدیده‌ای بنام چاله تاجی جلوه‌گر می‌شوند . به‌عبارت دیگر این مناطق که تا فضای میان سیارات گسترش می‌یابند فاقد خطوطی هستند که دو قطب مختلف مغناطیسی را به هم متصل می‌سازند . مناطق مزبور متناسب با دور شدن از خورشید بر ابعادشان افزوده می‌گردد ، بطوری که قطر آنها در فاصله‌ای معادل سه‌برابر شعاع خورشید به هفت برابر قطر اولیه یا قطر پایه تاج فزونی می‌یابد .

چاله‌های تاجی در عکاسی با پرتو *X* به‌صورت لکه‌های سیاه جلوه‌گر می‌شوند و منطقه وسیعی از قرص مرئی خورشید را به زیر پوشش می‌برند این پدیده معمولاً" در کلاهک‌های قطبی ظاهر می‌شود و موجبات پیدایش پرهای قطبی را فراهم می‌سازد .

با وجودی‌که دمای چاله‌های تاجی حدود $۱۰^{۶}$ کلوین است ، مع‌الوصف ۲ تا ۵ بار سردتر از دیگر نواحی تاج خورشیدی هستند و تراکم آنها نیز حدود ۳۰ درصد تراکم نواحی اطراف آنها است .

در خارج چاله‌های تاجی ، جویباری از ذرات روان به چشم می‌خورد که از امتداد خطوط میدان مغناطیس تبعیت می‌کنند و پدیده‌ای را بنام باد خورشیدی *Solar Wind* بوجود می‌آورند .

این ذرات که از چاله‌های تاجی سر برمی‌آورند ، هرچه از خورشید دورتر می‌شوند بر سرعتشان افزوده می‌گردد تا جائی که در فاصله ۲ تا ۳ برابر شعاع خورشید به حداکثر سرعت خود می‌رسند .

چاله‌های تاجی نخست به‌صورت حفره‌هائی کوچک در نزدیک نیمگان (استواء) خورشید ظاهر می‌شوند و هماهنگ با چرخش خورشید به گرد کره مزبور به گردش درمی‌آیند و به‌تدریج بروسعت خویش می‌افزایند و سرانجام به نواحی قطبی می‌پیوندند (بدیهی است به قطبی خواهند پیوست که از نظر تمایل مغناطیسی در جهت مخالف قرار دارد) و سپس جمع و کوچک شده و درنهایت ناپدید می‌گردند ، این دوره که از پیدایش چاله‌ها آغاز شده و به ناپدید شدن آنها پایان می‌یابد ، کلاً" ۷ یا ۸ ماه به درازا می‌کشد .

باد خورشیدی

SOLAR WIND

دانشمندان قرن نوزدهم ، خورشید را سرچشمه جویباری از ذرات ابرگونه‌ای که در فضای بین سیارات روان است ، می‌پنداشتند و بر این اعتقاد بودند که پدیده‌هائی چون فروزه‌های قطبی *Polar Lights* و توفان‌های مغناطیسی *Magnetic Storm* (که اختلالاتی را در میدان مغناطیس زمین موجب می‌گردد) ، از برخورد ابرگونهٔ مزبور با جو زمین پدید می‌آیند .

این نظریه در سال ۱۹۰۰ بوسیله الیور لوج *Oliver Lodge* انگلیسی چاپ و منتشر گردید و حدود سی سال بعد یعنی در سال ۱۹۳۲ جی . بارتلز *J. Bartels* خاطرنشان ساخت که ارتباطی میان توفان‌های مغناطیسی و فعالیت مشعل های خورشیدی موجود نیست و احتمالاً" این پدیده را بایستی با دوره چرخش ۲۷ روزه خورشید مربوط دانست . به‌گمان بارتلز اختلالات مغناطیسی زمین بر اثر فعالیت مناطقی از خورشید که آنها را مناطق *M* می‌نامید ، ایجاد می‌گردد .


۲۷ ژوئن


۲۵ ژوئیه


۲۱ اوت


۱۶ سپتامبر


۱۴ اکتبر


۱۰ نوامبر

در این تصاویر که به شیوه پرتو *X* عکاسی شده ، مراحلی از گسترش و تحول یک چاله تاجی را طی شش‌بار چرخش خورشید ، نشان می‌دهد . شگفت اینکه چاله‌های تاجی برخلاف کلف‌ها ، همانند عارضه‌ای که روی یک کره جامد قرار گرفته باشند ، به گرد محور خورشید می‌چرخند .

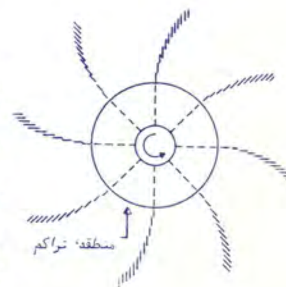
نتایج حاصله از بررسی دنباله یا گیسوی ستارگان دنباله‌دار برنظریه گسیلش ذرات خورشیدی نیرو بخشید و در سال ۱۹۵۸ ای.ان.پارکر E.N.Parker ثابت نمود که ذراتی از تاج خورشیدی جدا گردیده‌و از هر سو در فضای بین سیارات به حرکت درمی‌آیند و پدیده‌ای را بنام باد خورشیدی بوجود می‌آورند. به‌گمان پارکر، دمای فوق‌العاده‌زیاد تاجهای خورشیدی، فشارهای زیادی را موجب گردیده و به جریان برونسوی Outward مواد خورشیدی می‌انجامد. از آنجائی که هیچ مانع خارجی در سر راه مواد مزبور وجود ندارد، لذا از سرعت جریان آنها کاسته نمی‌گردد و به‌سان گلوله‌ای که در سراشیب غلطان است، همچنان به‌راه خود ادامه می‌دهند. منشاء این پدیده همانا تاج خورشیدی است که بنا بر سرشت خود همواره در انبساط و پراکنش بوده و برای جایگزینی مواد از دست رفته، از لایه‌های زیرین خویش تغذیه می‌کند. اما اینکه مکانیسم تغذیه دقیقاً" چگونه عمل می‌کند؟ هنوز به درستی روشن نیست.

نتایج بدست‌آمده از کاوش های فضائی کشورهائی چون اتحادجماهیر شوروی و آمریکا (بویژه مارینر۲) مداومت باد خورشیدی را ثابت می‌سازد و با آغاز عصر فضا، تحقیق در زمینه آشنائی با این مکانیسم با جدیت هرچه تمامتر دنبال می‌گردد و هر روز بر آگاهی ما در مورد شناخت پدیدهٔ باد خورشیدی افزوده می‌شود.

ویژگی‌های باد خورشیدی *Properties of the Solar Wind*

باد خورشیدی بطور پیوسته و با سرعت بین ۲۰۰ تا ۹۰۰ کیلومتر در ثانیه در فضای میان سیارات می‌وزد (رقم بین ۴۰۰ تا ۵۰۰ کیلومتر در ثانیه را می‌توان سرعت متوسط بادهای‌خورشیدی محسوب داشت) وذراتی که بوسیله باد خورشیدی حمل می‌شوند حدود ۴ تا ۵ روز وقت لازم دارند تا به زمین برسند. باد خورشیدی شامل تعدادی الکترون و پروتون همراه با مقدارکمی یون‌های سنگین‌می‌باشد. مهمترین ذرات باد خورشیدی در فاصله خورشید تا زمین را ذرات آلفا (هسته هلیوم) تشکیل می‌دهند که حدود ۴ تا ۵ درصد مجموع ذرات را به‌خود اختصاص داده‌اند. تراکم متوسط‌این ذرات چیزی حدود $۵×۱۰^{-۶}$ در مترمکعب است که این رقم با فاکتوری معادل بیش از صد در تغییر است. (بطورمثال تراکم ذرات مزبور در سطح دریای زمین برابر $۲/۵×۱۰^{۲۵}$ در مترمکعب می‌باشد).

دمای پلاسمای باد خورشیدی که برحسب پراکنش سرعت ذرات بیان می‌گردد، در نزدیکی‌های زمین حدود $۱۰^{۵}$ کلوین است. با این ترتیب ظاهراً" زمین در لفافی از پلاسمای بسیار گداخته، و بسیار رقیق پوشیده شده. این وضعیت نشان می‌دهد که خورشید از جرم خود حدود $۱۰^{۹}$ کیلوگرم در ثانیه می‌کاهد و آن را به پدیده‌ای بنام باد خورشیدی مبدل می‌سازد. با این روند مدتی معادل حدود $۶×۱۰^{۱۳}$ سال وقت لازم است تا تمام جرم خورشید بر باد رود. جالب اینجاست که این مدت تقریباً" $۱۰^{۴}$ بار طولانی‌تر از مدت زمان آغاز پیدایش و فعالیت خورشید تا زمان حاضر است.



ذرات تشکیل‌دهندهٔ باد خورشیدی، هماهنگ با چرخش خورشید، به سان آبی که از یک فواره چرخنده جهش می‌یابد، از خورشید به خارج پرتاب می‌شوند. نیروی میدان مغناطیس کره مزبور در نزدیکی‌های خورشید به حدی است که ذرات پرتاب شده را همراه با چرخش خورشید در فضا به گردش در می‌آورد.

انرژی خورشیدی

SOLAR ENERGY

فیزیکدانان خورشیدی سالهاست که مکانیسم تولید انرژی‌خورشید را زیر بررسی داشته و چگونگی آن را با احتمال نزدیک به یقین توصیف نموده‌اند. به گمان این کارشناسان، هرچه به مرکز خورشید نزدیک شویم بر میزان تراکم و دما و فشار افزوده می‌گردد تا جائی که دمای توده‌مرکزی به حدود ۱۵ میلیون کلوین بالغ می‌گردد. تراکم این قسمت حدود $۱/۵۸×۱۰^{۵}$ کیلوگرم در مترمکعب است که تقریباً" ۱۲ برابر تراکم سرب است و فشار آن چیزی حدود $۲/۵×۱۰^{۱۱}$ بار از فشار جو کره زمین بیشتر است. توده‌مرکزی‌خورشید که حدود ۰/۲۵ شعاع‌خورشیدرا به‌خوداختصاص داده است، فقط $\frac{۱}{۶۴}$ حجم خورشید را اشغال‌نموده و در مقابل ۵۰ درصد جرم کلی کره مزبور را شامل گردیده است.

۵۰ درصد از ۹۹ درصد کل انرژی خورشیدی که بوسیله توده مرکزی تولید می‌گردد، فقط بوسیله ۵ تا ۱۰ درصد جرم خورشید تأمین می‌شود. فشار فوق‌العاده زیاد و همچنین دمای بسیار بالای توده مرکزی باعث گردیده تا این قسمت به حالت گازهای یونیده Ionized ای که عمدتاً" شامل پروتون و الکترون‌های سریع می‌باشند، درآید.

گمان می‌رود که خورشید از نظر ترکیبات شیمیائی کلاً" جسم همگن‌و یکنواختی است و بین مواد درونی و بیرونی آن شباهت تامی وجود دارد. رویهمرفته ۷۸ درصد جرم خورشید از ئیدرژن، ۲۰ درصد از هلیوم و ۲ درصد از عناصر دیگری چون کربن، نیتروژن واکسیژن تشکیل یافته است.

درون خورشید مستعد واکنش های دماهسته‌ای Thermonuclear است و نسبت ئیدرژن در توده مرکزی ۳۶ درصد است.

زنجیره پروتون ــ پروتون *The Proton - Proton Chain*

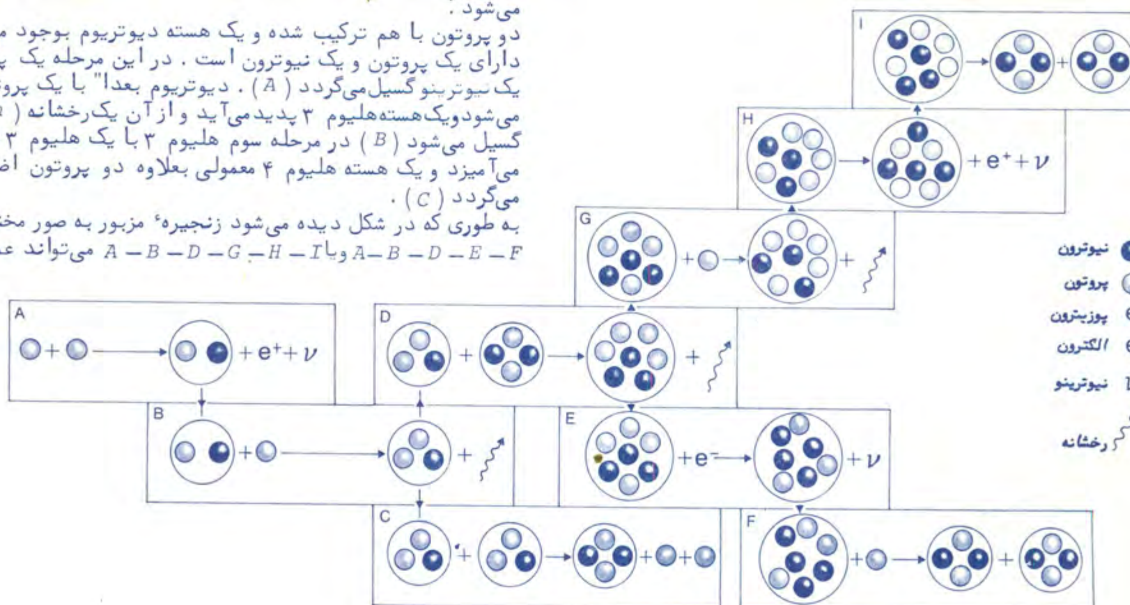
به گمان کارشناسان، انرژی خورشیدی از راه واکنش های هسته‌ای که اصطلاحاً" واکنش پروتوپروتون P.P.Reaction نامیده می شود، تأمین می‌گردد. در این شیوه، نخست چهارهسته‌ئیدرژن (پروتون) باهم جوش خورده و ترکیب‌می‌شوندو یک‌هسته هلیوم‌را که شامل ۲ پروتون و ۲نیوترون

زنجیره پروتو ــ پروتون

منبع اصلی انرژی خورشیدی از راه زنجیره‌ای از واکنش‌های هسته‌ای تغذیه‌می‌گردد . در این زنجیره هسته ئیدرژن (پروتون) به‌ترتیب زیر به هلیوم (هر اتم هلیوم شامل دو نیوترون و دو پروتون است) تبدیل می‌شود .

دو پروتون با هم ترکیب شده و یک هسته دیوتریوم بوجود می‌آورند که دارای یک پروتون و یک نیوترون است . در این مرحله یک پوزیترون و یک نیوترینو گسیل‌می‌گردد (A) . دیوتریوم بعداً" با یک پروتون ترکیب می‌شودویک‌هسته‌هلیوم ۳ پدیدمی‌آید و از آن یک‌رخشانه (Photon) گسیل می‌شود (B) در مرحله سوم هلیوم ۳ با یک هلیوم ۳ دیگر درهم می‌آمیزد و یک هسته هلیوم ۴ معمولی بعلاوه دو پروتون اضافه تولید می‌گردد (C) .

به طوری که در شکل دیده می‌شود زنجیرهٔ مزبور به صور مختلفی مانند $A-B-D-E-F$ ویا $A-B-D-G-H-I$ می‌تواند عمل نماید .



است ، پدیدمی‌آورند و جرمی‌که‌در پایان کار باقی می‌ماند فقط ۰/۷درصد اجزاء ترکیب‌کننده می‌باشد که این‌تقلیل مبین تبدیل‌جرم به انرژی است .

تئوری معروف‌نسبیت وفرمول $E=mc^2$ رابطه میان جرم m و انرژی E را به خوبی آشکارمی‌سازد . از آنجائی‌که c یعنی سرعت نوررقم بسیار بزرگی است ، لذا انرژی رها شده نیز کمیت بسیار بزرگی خواهد بود . محاسبات نشان می‌دهدکه‌خورشید برای‌تأمین‌این‌انرژی‌که‌دما ودرخشندگی ازجمله آثار آن‌هستند ، دقیقاً"در هر ثانیه بایستی بیش از ۴×۱۰^{۶}تن‌ماده مصرف نماید .

نوسان‌های خورشیدی

SOLAR OSCILLATIONS

درسال ۱۹۷۳ ، هنگامی که آر.اج.دیک R.H.Dicke به اندازه‌گیری‌ابعادومحاسبه نسبت دقیق قطر استوائی به قطر قطبی خورشید مشغول بود ، به‌کشف پدیدهٔ شگفت‌انگیزی بنام نوسان‌های خورشیدی‌دست یافت و پی برد که کره مزبور همانند یک جسم ژلاتینی یا خمیری‌آنچنان نوسان می‌کند که گاه نواحی قطبی آماس کرده و در نواحی استوائی پختی ایجاد می‌شود و گاه برعکس نواحی قطبی فرورفته و مناطق نیمگانی متورم می‌گردد .

این‌کشف نظر تیزبین خورشیدشناسان را به‌خودجلب کرده و اندازه‌گیری‌های دقیقی که از آن تاریخ به بعد به‌عمل آمد ، نشان داد . علاوه بر اینکه کره خورشید در مدت زمانی بین ۵ دقیقه تا حدود یک ساعت نوسان می‌کند ، دامنه‌نوسان‌سطح آن (که در جهت قائم انجام می‌شود) ،حداکثر ۵ کیلومتر و سرعت فراز و نشیب آن حدود ۱۰ متر در ثانیه است .

البته ستارگان بسیاری همچون قیفاووسی‌ها Cepheids *در جهان بی‌کران یافت می‌شوند که ویژگی نوسانی‌آنها از مدت‌ها پیش‌شناخته شده و طبیعتاً" این پدیده تنها به ستارهٔ ما منحصر نخواهد بود .

همانگونه که با نواختن زنگ ، بدنه‌آن با فرکانس‌های مناسبی به‌لرزش درمی‌آید ، خورشید نیز دارای فرکانس هائی است که برخلاف زنگ (که هر گاه نواختن آن متوقف گردد ، از ارتعاش بازمی‌ایستد) ،پیوسته به‌نوسان ــ های خود ادامه‌می‌دهد و از ایجاد ارتعاش نمی‌آرامد . کارشناسان‌درارتباط با چگونگی این مکانیسم ، واکنش های هسته‌ای تودهٔ مرکزی زمین را خالی از نقش نمی‌دانند .

دانشمندان به‌کمک تجزیه و تحلیل و پردازش نوسانات و ارتعاشات کره خورشید ، به ساختار درونی خورشید راه می‌یابند و همانند نقشی که امواج زمین لرزه در شناخت ساختمان درونی زمین برعهده دارند ، برای آگاهی از چگونگی ساختمان اعماق ستاره فروزان عالم منظومه شمسی ، نوسان‌های خورشیدی را به خدمت می‌گیرند .

بررسی نوسان‌های مزبور ، بهویژه پژوهش‌های سال ۱۹۶۰ به کشف لایه مواجی در ژرفای ده هزار کیلومتری سطح خورشید انجامید و شعاعی بودن انتشار امواج نوسانی و همچنین تأثیرپذیری همگن وهمسان سراسر خورشید را در برابر ارتعاشات مزبور ثابت نمود .

* ستارگان موجود در صورت فلکی قیفاووس‌واقع در نیمکره شمالی . در این صورت فلکی که از شخصیت اساطیری یونان‌باستان نام‌گرفته است ، ستارهٔ دلتا از قیفاووسیان برجسته و جالب توجه می باشد . م

هنوز برای پی بردن به دامنه و شدت نوسان‌های خورشیدی در تودهٔ مرکزی راه نسبتا" درازی در پیش است و مشاهدات و اندازه‌گیری‌های بسیاری را ایجاب می‌نماید .

آیا خورشید درحال چروکیدن است؟ *Is the Sun Shrinking?*

رصدخانه گرینویچ در سال ۱۹۷۹ پس از تجزیه و تحلیل کمیت های به‌دست آمده از اندازه‌گیری‌های قطر خورشید ، اعلام داشت که ستاره فروزان ما رو به چروکیدن و کوچک شدن می‌رود . این پدیده که بیش از ۱۲۰ سال از ۱۸۳۶ تا ۱۹۵۴ پی‌گیرانه مورد توجه بوده است ، گویای آن است که قطر خورشید به میزان یک‌درصد در هر قرن کاهش می‌یابد .

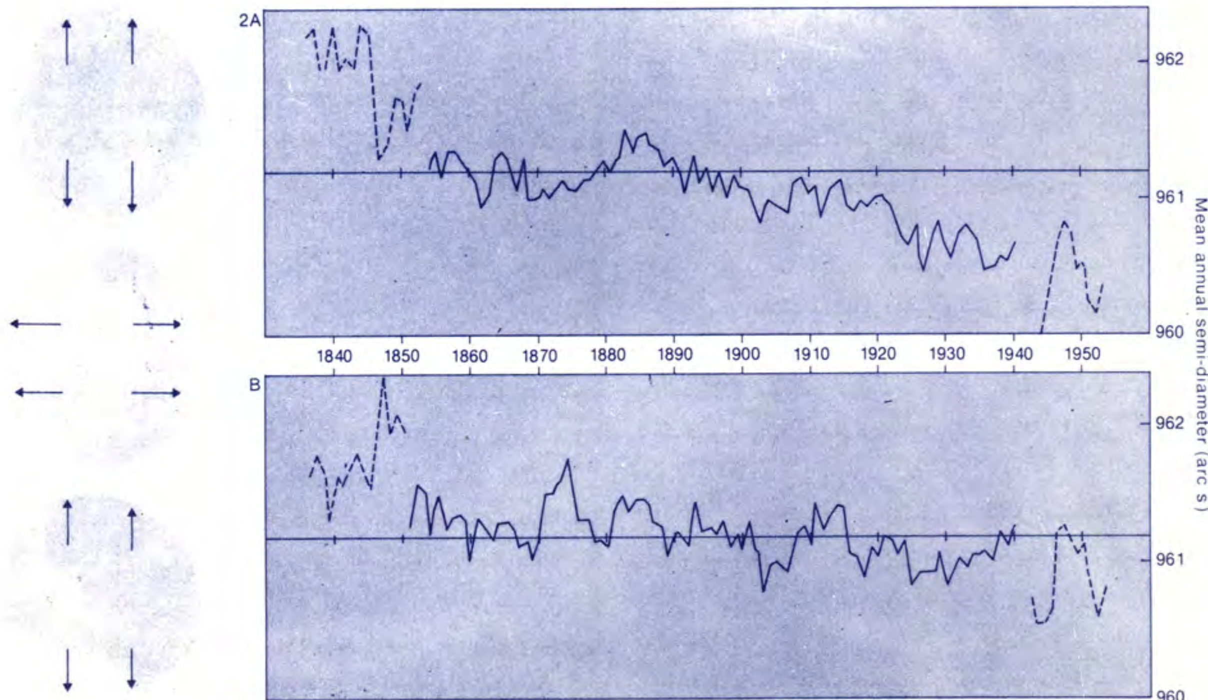
پذیرش این ارقام نشانه آن است که خورشید در یکصد هزار سال پیش بایستی دو برابر اندازه‌های کنونی را می‌داشته و در یکصد هزار سال دیگر قاعدتا" بایستی به یک نقطه مبدل شود . بدیهی است چنین پنداری نامعقول است و هیچگاه خورشید در آینده به یک نقطه مبدل نخواهد شد . در برابر این پدیده که خورشیدشناسان را به‌خودمشغول داشته‌است ، احتمالا" می‌توان پذیرفت که جسم خورشید طی صدها سال متناوبا" بزرگ و کوچک می‌گردد و به اصطلاح انبساط و انقباض می‌یابد . از طرفی بررسی گزارش‌های به‌جامانده از کسوف‌های ۲۵۰ سالهٔ اخیر و همچنین نتایج حاصله از عبور سیاره تیر (عطارد) از برابر خورشید ، نشان می‌دهد که اندازه‌های کره مزبور طی سالیان اخیر دستخوش دگرگونی‌هائی آن‌چنان قابل توجه نشده و ظاهرا" نمی‌تواند به‌عنوان گواهی در تائید فرض بالا تلقی گردد .

در اینکه توده مرکزی خورشید در حال گدازش بوده و درخشندگی کره مزبور به‌واکنش‌های دما هسته‌ای حاصله از تبدیل ئیدرژن به هلیوم بستگی دارد ، ظاهرا" هیچ تردیدی نیست ، اما چگونگی آن هنوز موردبحث‌وتردید است . مسلم این است که خورشید پیوسته در جنبش و دگرگونی است و شرایط جوی زمین به‌شدت تحت تأثیر این تغییرات است .

زیستگرد خورشید

LIFE CYCLE OF SUN

برای شناخت زیستگرد خورشید لازم است به مسائل بسیاری به ویژه در زمینه تکامل ستارگان توجه گردد . از آنجائی که عمر ستارگان به‌چندین هزار میلیون سال می‌رسد ، لذا پی‌گیری مراحل تکاملی یک ستاره از زمان پیدایش تا مرگ آن غیرممکن است ، اما بررسی ستارگان گوناگونی که در مراحل مختلفه تکامل قرار گرفته‌اند خود دریچه‌ای است برای آشنائی با بسیاری از ناشناخته‌ها و دیدار سیمای کلی تکامل ستارگان . برای این منظور نخست لازم است ستارگان را طبقه‌بندی نمود و هرکدام را از نظر تکامل در ردیف ویژه خویش قرار داد .



این شکل‌ها که نوسان‌های خورشیدی را بطور اغراق‌آمیز نمایش داده‌اند ، گویای آنست که آثار نوسان‌های خورشیدی تا چه میزان در شکل ظاهری و فرو رفتگی و آماس قطبین و نواحی نیمگانی ، مؤثر می‌باشد .

یکی از متداول‌ترین شیوه‌های طبقه‌بندی ستارگان طریقه M.K.K است که از نام دانشمندان مبتکر این شیوه یعنی مورگان Morgan ، کینان Keenan و کلمن kellman اقتباس گردیده است.

در این شیوه که بر پایه توان نسبی یا ضعف اختران در ایجاد خطوط طیفی استوار است، ستارگان را به ده گروه اصلی یا ده طبقه طیفی Spectral Class تقسیم می‌نمایند و طبقات گوناگون طیفی را به کمک حروف O و B, A , F, G,K ,M ,R, N, S مشخص می‌سازند. در طبقه‌بندی M . K . K داغ‌ترین ستارگان با حرف O و سردترین آنها با حرف S مشخص می‌گردند و علاوه بر آن هر طبقه نیز جداگانه به ده طبقه فرعی دیگر که از شماره صفر آغاز گردیده و به شماره ۹ پایان می‌یابد شماره‌گذاری می‌شوند. براساس این سیستم خورشید ما در طبقه طیفی G2 قرار گرفته است.

نمودار هرتسپرونگ راسل * Hertzsprung-Russell Diagram

هرگاه ستارگان را براساس طبقات طیفی (یا حرارتی) و میزان تابناکی (یا قدر مطلق) آنها گروه‌بندی نمائیم، سه گروه عمده در برابر دیدگان خود خواهیم یافت. در این نمودار بیشتر ستارگان در نوار باریکی که از گوشه بالا و سمت چپ شروع شده و به گوشه پائین و سمت راست پایان می‌یابد، قرار می‌گیرند و خورشید ما نیز در همین نوار باریک که به آن گروه یا رشته اصلی Main Sequence می‌گویند جای گرفته است.

گوشه بالا و سمت راست نمودار به گروه غول اختران Giant Stars اختصاص یافته است. اختران مزبور که غول‌های سرخ Red Giants نام دارند، از نظر جثه بسیار بزرگ‌تر از ستارگان گروه اصلی می‌باشند و ازنظر طبقه طیفی (یا حرارتی) با یکدیگر شباهت فراوان داشته و بسیار درخشان هستند.

گروه سوم که کوتوله‌های سفید White Dwarfs نام دارند در پائین و سمت چپ گروه اصلی جای گرفته‌اند. این ستارگان بسیار داغ هستند و از نظر اندازه شباهت فراوانی به کره خاکی ما دارند و از تابناکی اندکی برخوردارند.

توجه به ویژگی‌های سه‌گروه بالا، چگونگی مراحل سنی و تکاملی خورشید را بخوبی نشان می‌دهد و گذشته و حال و آینده آن را به آسانی ارزیابی می‌نماید.

در زمینه زایش و پیدایش اختران گمان بر این است که جنین ستارگان احتمالا" از ربایش و برخورد و جوشش خردیزه‌های گاز و ابرگونه‌های کیهانی پدید می‌آید. طبیعی است که دمای اجرام مزبور متناسب با انبوهش ابرگونه‌ها و فرآیند برخورد و جذب خردیزه‌های مورد بحث و پدیداری خاصیت ثقلی، به مرور فزونی می‌یابد و یک پیش ستاره Protostar در آستانه پیدایش قرار می‌گیرد. آزاد شدن نیروی ثقلی، درخشندگی و تابناکی را به همراه می‌آورد و هماهنگ با افزایش انقباض بر تراکم و بزرگی توده مرکزی افزوده می‌گردد. فرآیندهای مزبور تا حدی ادامه می‌یابند که دمای توده مرکزی به میزان $۱۰^۷$ کلوین یعنی دمای مناسب برای گدازش هسته‌ای Nuclear Fusion و تبدیل ئیدرژن به هلیوم بالغ گردد. نیروی حاصل از این واکنش‌ها به حدی است که از چروکیدن و جمع شدن ستاره جلوگیری نموده و تعادل میان فشار درونی و نیروی جاذبه ستاره را برقرارسازد. در این‌هنگام ستاره ازمرحله نوباوگی به‌گروه‌اصلی که مرحله‌ای ثابت و استوار است پای می‌گذارد. طبیعی است هر اندازه جثهٔ ستارگان بزرگ‌تر باشد، دما و تابناکی آنها نیز به همان میزان زیادتر خواهد بود. ستارگانی که به شرح بالا وارد مرحلهٔ گروه اصلی می‌گردند، طی توقف در این مرحله دگرگونی‌های کوچکی را در وضع پوسته سطحی تحمل می‌کنند و با تبدیل ئیدرژن به هلیوم برای مدت‌ها بس طولانی به بازدهی انرژی می‌پردازند. خورشیدشناسان برای ستاره‌ای مانند خورشید، مدت‌توقف در مرحلهٔ‌گروه اصلی را حدود ده هزار میلیون سال برآورد نموده‌اند. از آنجائی که سن خورشید از زمان پیدایش تا کنون چیزی حدود ۴،۶۰۰ میلیون سال است، لذا قاعدتا" بایستی حدود ۵ یا ۶ هزارمیلیون‌سال دیگر در همین مرحله باقی بماند.

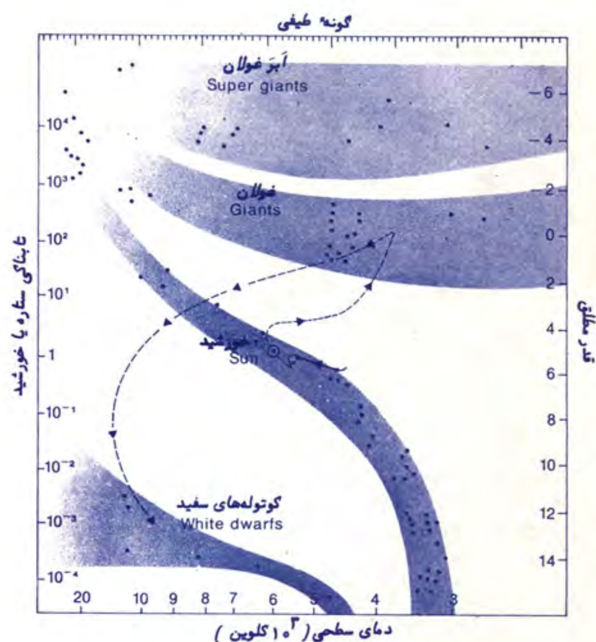
توده مرکزی ستارگان گروه اصلی که بالاترین مرحلهٔ تکامل را پشت سر گذارده‌اند، بر اثر برون‌داد ئیدرژن به خاکستر هلیوم مبدل می‌گردد و سپس تحت تأثیر فشارهای وارده از وزن لایه‌های زبرین، رو به چروکیدن و جمع شدن می‌نهد و همزمان دمای لایه‌های پیرامون خود را به‌حدی‌که گدازش هسته‌ای امکان‌پذیر گردد، فزونی می‌بخشد. هماهنگ با افزایش روند تولید انرژی، ستاره رو به آماسیدن و باد کردن می‌نهد و این تورم تا حدی که یک بار دیگر میان فشار درونی و نیروی جاذبه تعادل برقرار گردد، ادامه می‌یابد و سرانجام ستاره به یک غول سرخ دگرگون می‌شود و تابناکی آن گاه تا هزار برابر افزایش می‌یابد و بدینسان ستاره از گروه اصلی به‌گروه غول‌اختران گام می‌نهد. زمانی که خورشید ما به‌این‌مرحله‌ازتکامل‌وارد گردد، عظمت آن به حدی می‌رسد که سیاره تیر یا عطارد را در کام خویش فرو می‌برد و موهبت زیست را از زمین می‌زداید.

با رسیدن دمای توده مرکزی غول‌های سرخ به مرز $۱۰^۸$ کلوین، واکنش هسته‌ای جدیدی در آن روی‌می‌دهد و طی آن کربن به‌هلیوم مبدل‌می‌شود. فرآیند مزبور باعث می‌گردد که ستاره به مرحلهٔ ثابت دیگری‌که چندان‌هم به درازا نخواهد کشید، پای گذارد و پس از حدود چند صد میلیون سال که چروکیدن توده مرکزی همچنان ادامه داشته است، سراسر کره مزبور نیز به چروکیدن و کوچک شدن روی نهد و انرژی هسته‌ای‌آن کاهش‌یابد و سرانجام به یک کوتوله سفید مبدل گردد و بدینسان ستاره از گروه غول‌های سرخ به گروه کوتوله‌های سفید وارد می‌گردد.

در این مرحله عمل چروکیدن به دلیل فشار حاصل از الکترون‌های پرندهٔ بسیار سریع متوقف می‌گردد و درحالیکه جرم‌آن‌همچنان‌ثابت‌مانده است، بر تراکم آن گاه تا حدود یک میلیون بار افزوده می‌گردد و ستاره به حدی متراکم می‌شود که وزن یک قاشق چای‌خوری از مواد آن (اگر بتوان آن را به زمین آورد) به چندین تن بالغ خواهد گردید. خورشید ما در

---

* این نمودار بر اساس لوگاریتم تابناکی و لوگاریتم دمای سطحی ستارگان تهیه شده و بوسیله اینار هرتسپرونگ Ejnar Hertzsprung ستاره‌شناس دانمارکی (متولد ۱۸۷۳) و هنری.ان. راسل Henry N. Russell دانشمند آمریکائی (۱۹۵۷–۱۸۷۷) تنظیم گردیده است. م



نمودار هرتسپرونگ راسل ــ مطابق این نمودار که بر اساس لوگاریتم تابناکی و لوگاریتم دمای سطحی اختران تنظیم گردیده است، ستارگان برحسب سنین عمر و یا مراحل تکاملی خویش به سه گروه، اصلی، غول اختران و کوتوله‌های سفید تقسیم می‌گردند. خورشید در حال حاضر درمحل گروه اصلی جای دارد و خط‌چینی که در نمودار دیده می‌شود، مسیر پیش بینی شده و جهت تکاملی آن را نشان می‌دهد.

مرحلهٔ کوتوله‌های سفید همچنان به برون‌داد انرژی درونی خویش ادامه می‌دهد و پس از طی چندین میلیون سال به مرور سرد می‌گردد و سرانجام از جوش و خروش بازمی‌ایستدوبه‌جرمی سرد و تاریک مبدل‌می‌شود و بالاخره به یک کوتوله سیاه دگرگون می‌گردد.

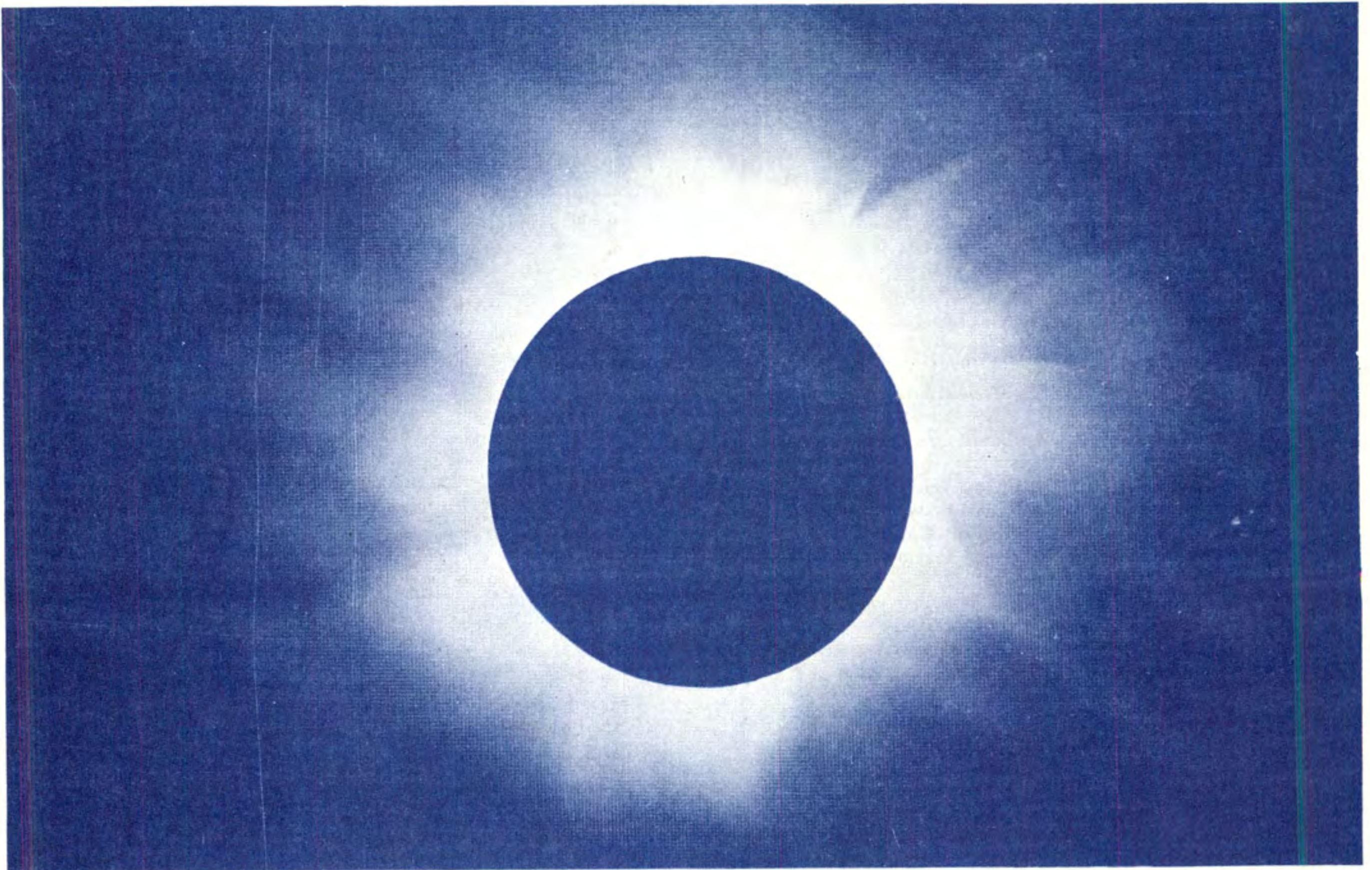
توالی روید'دهای گذشته و آینده خورشید را بنا بر فرضیه‌ها و نظرات نوین دیدیم، اما موضوع شایان توجه این‌است که‌ما هنوز از مکانیسم درونی خورشید به‌درستی آگاه نیستیم و لذا مراحل تکاملی آن نیزکه بر پایه همین مکانیسم مشکوک استوار است، طبعا" مورد پرسش بوده و قاعدتا" بایستی در راه تکمیل تجربیات همچنان گام برداشت و به آینده امیدبخش تری چشم دوخت.

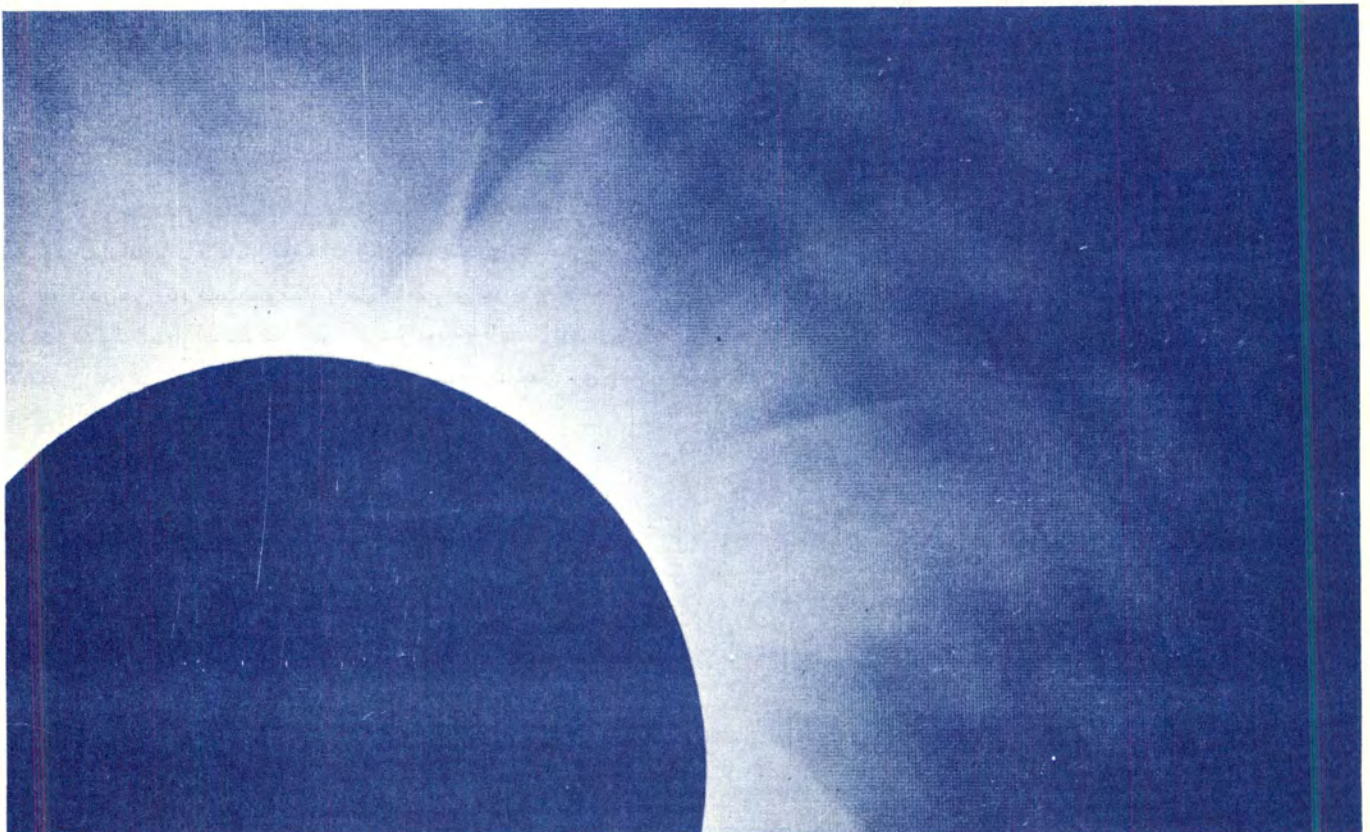
خوانندگانی که علاقمند مطالعه بیشتر در زمینه شناخت خورشید هستند می‌توانند به کتابهای زیر مراجعه کنند.

The Sun
Books

Abetti, G., *Solar Research* (Eyre & Spottiswoode, 1962)
Abetti, G., *The Sun* (Faber & Faber, 1955)
Allen, C.W., *Astrophysical Quantities* (Athlone Press, 1973)
Baxter, W.M., *The Sun and the Amateur Astronomer* (Lutterworth Press, 1963)
Brandt, J.C., *Introduction to the Solar Wind* (W.H. Freeman, 1970)
Bray, R.J., and Loughhead, R.E., *The Solar Chromosphere* (Chapman and Hall, 1974)
Bray, R.J., and Loughhead, R.E., *Sunspots* (Dover, 1979)
Bruzek, A. and Durant, C.J., eds, *Illustrated Glossary for Solar and Solar-terrestrial Physics* (D. Reidel, 1977)
Bumba, V., and Kleczek, J., *Basic Mechanisms of Solar Activity* (D. Reidel, 1975)
Eddy, J.A., *A New Sun—the Solar Results from Skylab* (NASA-SP-402, 1979)
Eddy, J.A., ed., *The New Solar Physics* (American Association for the Advancement of Science, published by Westview Press, 1978)
Gibson, E.G., *The Quiet Sun* (NASA-SP-303, 1973)
Hargreaves, J.K., *The Upper Atmosphere and Solar-terrestrial Relations* (Van Nostrand Reinhold, 1979)
Hundhausen, A.J., *Coronal Expansion and the Solar Wind* (Springer-Verlag, 1972)
Kane, S.R., *Solar Gamma, X-, and EUV radiation* (D. Reidel, 1975)
Kruger, A., *Introduction to Solar Radio Astronomy and Radio Physics* (D. Reidel, 1979)
Kundu, M.R., *Solar Radio Astronomy* (Interscience, 1965)
Meadows, A.J., *Early Solar Physics* (Pergamon Press, 1970)
Menzel, D.H., *Our Sun* (Harvard University Press, 1959)
Meuss, J., *et al., Canon of Solar Eclipses* (Pergamon, 1966)
Newton, H.W., *The Face of the Sun* (Penguin Books, 1958)
Ramaty, R. and Stone, R.G., eds., *High Energy Phenomena on the Sun* (NASA-SP-342, 1973)
Smith, A.G., *Radio Exploration of the Sun* (Van Nostrand Reinhold, 1967)
Sonett, C.P., *et al.*, eds., *Solar Wind* (NASA-SP-308, 1972)
Sturrock, P.A., ed., *Solar Flares*, Proceedings of the Second Skylab Workshop (University of Colorado, 1980)
Svestka, Z., *Solar Flares* (D. Reidel, 1976)
White, O.R., ed., *The Solar Output and its Variation* (Colorado Associated University Press, 1977)
Zirin, H., *The Solar Atmosphere* (Blaisdell Publishing Company, 1966)
The Handbook of the British Astronomical Association (1980)

ــ تحول ستارگان : ترجمهٔ یوسف ثبوتی
ــ انفجار بزرگ : ویراستهٔ محمد خواجه پور





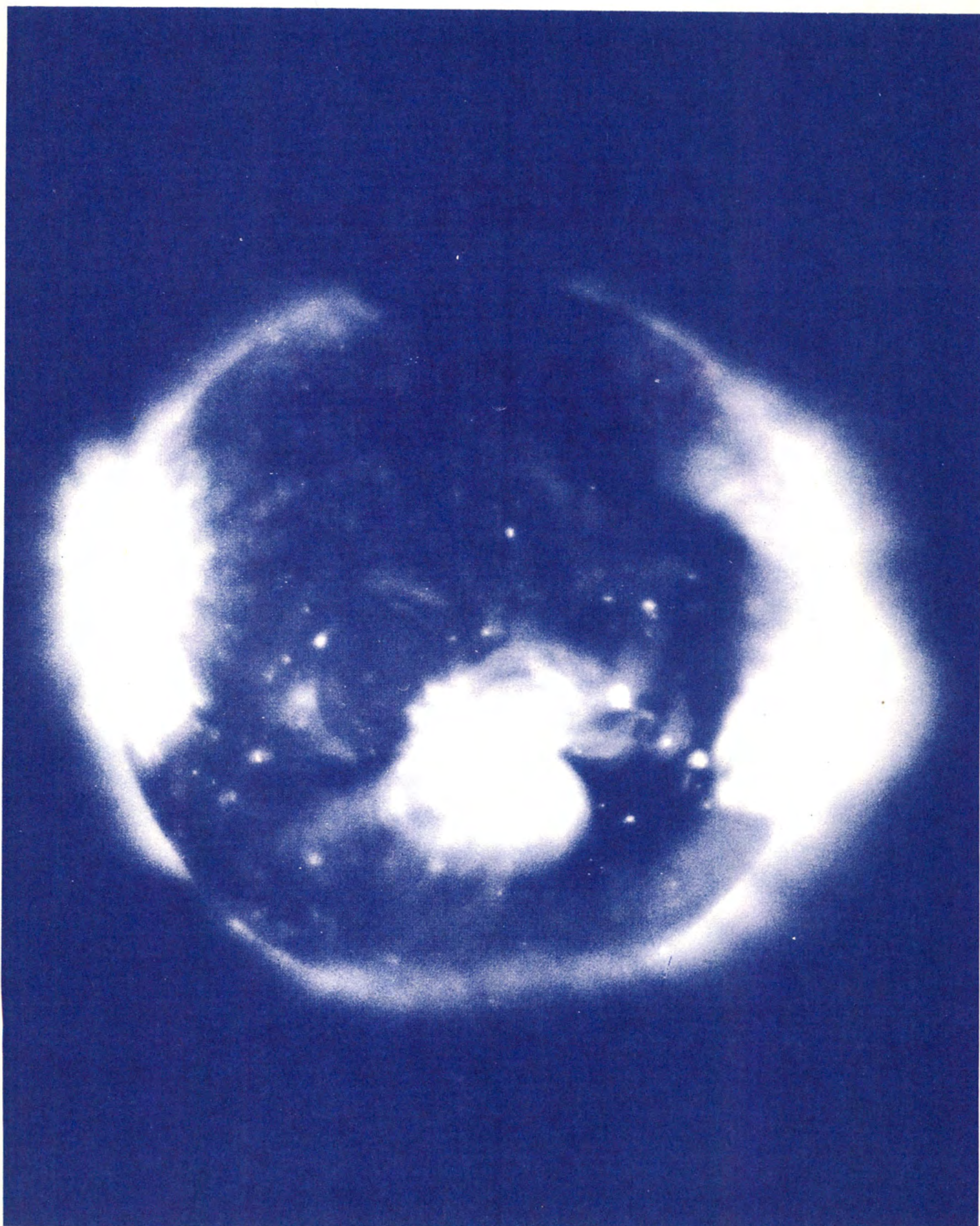
تصویرهائی از تاج خورشیدی که در خورگرفت ۱۶ فوریه ۱۹۸۰ از ایستگاهی در کشور کنیا واقع در آفریقای خاوری گرفته شده. ساختار تاج خورشیدی در این تصویرهای زیبا بخوبی آشکار است و زبانه‌های چندی نیز در لبه قرص خورشید دیده می شود.



این‌عکس کامپیوتری که به کمک فضاناو اسکای‌لب در ۲۱ اوت ۱۹۷۳ برداشته شده، یکی از زبانه‌های فورانی خورشید را نشان می‌دهد.



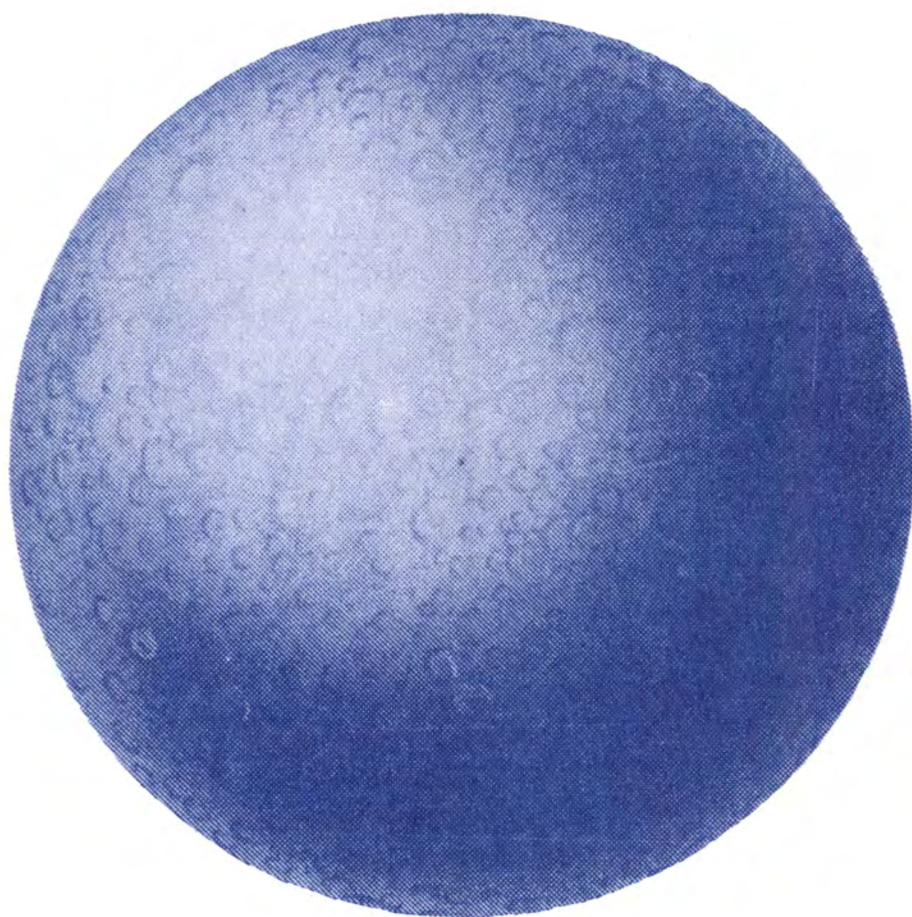
در این عکس که به کمک اشعه X و بوسیله فضاناو اسکای‌لب در یکم ژوئن ۱۹۷۳ برداشته شده، دمای نقاط مختلف سطح خورشید را به شیوه رنگ‌های کاذب (False Colors) مشخص می‌سازد. لکه‌های سفید داغ‌ترین نواحی را نشان می‌دهند و رنگ سیاه چاله‌ٔ تاج خورشیدی را که از قطب شمال تا حدود نیمگان گسترده شده، آشکار می‌سازد.

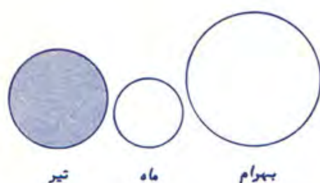


در این عکس که به کمک اشعه x و بوسیله فضاناو اسکای‌لب در ۳۰ ژوئن ۱۹۷۳ برداشته شده، تاج خورشیدی و چالهٔ تاجی به روشنی دیده می‌شود.

تیر (عطارد)

MERCURY





عطارد با قطری برابر ۴،۸۷۸ کیلومتر، از کره ماه به‌قطر ۳،۴۷۶ کیلومتر کمی بزرگ‌تر و از کره بهرام یا مریخ به قطر ۶،۷۹۴ کیلومتری، قدری کوچک‌تر است.

ویژگی‌های تیر

CHARACTERISTICS OF MERCURY

شناخت پنج تا از سیاره‌های منظومه خورشیدی به زمان‌های باستان باز می‌گردد، چهارتای آنها یعنی ناهید (زهره)، بهرام (مریخ)، برجیس (مشتری) و کیوان یا زحل، آنچنان درخشانند که پیدا کردن آنها در آسمان کار بس ساده‌ای است، ولی دیدن پنجمین سیاره یعنی تیر، به‌دلیل نزدیکی نسبتاً" زیاد آن به‌خورشید، کمابیش با دشواری‌هائی همراه‌است، زیرا فاصله زاویه‌ای * Angular Distance میان خورشید و تیر هیچگاه از ۲۷ درجه و ۴۵ دقیقه فراتر نمی‌رودو به‌همین سبب دیدار آن با چشم‌های غیر مسلح فقط به دقایق نخستین غروب خورشید و یا لحظاتی پیش از سر زدن آفتاب منحصر می‌گردد.

سیاره تیر یا عطارد بوسیله مصریان باستان کاملا" شناخته شده بود و یونانیان باستان نیز آن را به‌خوبی می‌شناختند. و از همان روزگار آن را بنام مرکوری یعنی پیک بادپای خدایان می‌نامیدند. آگاهی بشر از سیاره تیر تا مارس ۱۹۷۴ که مارینر ۱۰ Mariner-10 به فضا روان گردید، بسیار محدود بود و از آن جز اندکی نمی‌دانستیم.

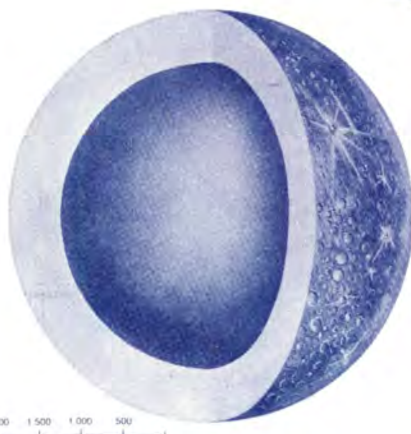
عطارد روی مداری بیضی شکل و به فاصله متوسط ۵۷،۹۱۰،۰۰۰ کیلومتر از خورشید به گرد کانون منظومه شمسی گردش می‌کند. این فاصله در نقطه پری هلیون Perihelion به ۴۵،۹۰۰،۰۰۰ کیلومتر کاهش می‌یابد و در محل افلیون Aphelion به ۶۹،۷۰۰،۰۰۰ کیلومتر بالغ می‌گردد. خارج از مرکزی مدار این سیاره معادل ۰/۲۰۵۶ است که در مقایسه با دیگر سیارات منظومه‌خورشیدی (به‌استثنای پلوتو) بزرگترین رقم می‌باشد و به همین مناسبت، مدار مزبور تأثیر شایان توجهی بر دمای سطحی این سیاره به‌جای گذارده است.

زمان گردش نجومی** تیر برابر ۸۷/۹۶۹ روز زمینی است و مدت چرخش محوری آن که تا این اواخر به‌درستی معلوم نبوده در سال ۱۹۶۲ توسط دبلیو.ای.هوارد W.E.Howard آمریکائی محقق گردید.

دمای موجود در نیمه تاریک کره مزبور، ذهن کنجکاو هوارد و دستیارانش را برانگیخت و در برابر این پرسش که، نیمکره‌ای از سیاره که بنا بر تصور همواره پشت به خورشید قرار گرفته و طبعا" بایستی از دریافت نور و گرما محروم باشد، چگونه گرم گردیده است؟ به رازی که مدت‌ها بس دراز در پرده ابهام باقی مانده بود، دست یافتند و چرخش محوری سیاره تیر را محقق ساختند. تحقیقات راداری سال‌های بعد، نظرات هوارد را رسمیت بخشید و ثابت نمود که زمان چرخش محوری سیاره مزبور برابر ۵۸/۶۵ روز زمینی و یا معادل $\frac{۲}{۳}$ زمان گردش نجومی آن است.

سیاره تیر کوچکترین سیاره درونی منظومه خورشیدی است. قطر نیمگانی (استوائی) آن برابر ۴۸۷۸ کیلومتر و جرم آن ۰/۰۵۵ جرم زمین و حجم آن برابر ۰/۰۵۶ حجم کره مسکونی ما است.

شب‌هنگام دمای سطح تیر به ۹۰ کلوین می‌رسد و در گرم‌ترین ساعات روز به ۶۰۰ کلوین بالغ می‌گردد و این‌شرایط بزرگترین اختلاف دمای موجود در منظومه خورشیدی را به عطارد اختصاص داده‌است. از طرفی چون فاصله تیر از خورشید نسبتا" کم بوده و چرخش محوری آن به‌کندی صورت‌می‌گیرد، از این رو تشعشعات خورشیدی را طی روزهای بس بلند خویش به شدت دریافت می‌دارد.



درون عطارد ــ شگفت‌ترین ویژگی تیر، تراکم نسبتا" زیاد آن است که بالنسبه با زمین برابری می‌کند. با توجه به این ویژگی می‌توان پذیرفت که ۶۵ تا ۷۰ درصد وزن این کره از فلزات سنگین تشکیل یافته است. آهن که احتمالا" یکی از فراوان‌ترین فلزات موجود در عطارد می‌باشد، سیاره مزبور را در ردیف سرشارترین سیاره منظومه خورشیدی جای داده است. میدان مغناطیسی و همچنین وجود فعالیت‌های آذرین، نشانه آن است که سیاره تیر دستخوش دگرگونیهای شیمیائی است. اگر قسمت اعظم آهن در توده مرکزی متمرکز شده باشد، در این صورت قطر توده مزبور بایستی به ۷۰ تا ۸۰ درصد قطر سیاره بالغ گردد. لایه خارجی سیاره تیر همانند گوشته زمین از سنگهای سیلیکاته ساخته شده.

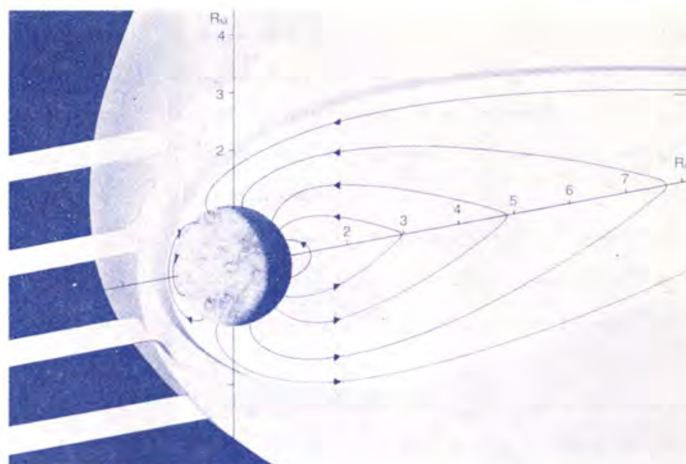
---

* فاصله زاویه‌ای دو نقطه برابر زاویه میان دو شعاع روءیت آنها از محل دیدبانی است. م

** مدت زمان یک بار گردش کامل سیاره به گرد خورشید از دیدگاه یک ناظر فرضی در خورشید. م



عبور تیر از مقابل خورشید ـ عطارد هنگام عبور از برابر چهرهٔ خورشید در پرتو تابناک آن غرق می‌شود و دیدار آن با چشم غیر مسلح غیر ممکن می‌گردد .



مغناطکره تیر
یکی از مهمترین اکتشافات مارینر ۱۰ ، پی بردن به وجود میدان مغناطیس شایان توجه کره تیر است. بررسی بادهای خورشیدی در حوالی تیر نشان می‌دهد که مغناطکره سیاره مزبور در مقیاس کوچک‌تری با مغناطکره زمین همانند است ، با این تفاوت که به دلیل ناتوانی ، قادر به ایجاد کمربند تشعشعی نیست .

اهله عطارد یا چهره‌های گوناگون تیر را که زائیدهٔ گردش آن به‌دور خورشید است ، به‌کمک تلسکوپ ساده‌ای به‌خوبی می‌توان مشاهده نمود . هنگامی که سیاره در وضعیت اقتران زیرین *Inferior Conjunction* یعنی میان خورشید و زمین قرار می‌گیرد ، نخستین مرحلهٔ اهلهٔ عطارد یعنی تیرنو ، آغاز می‌گردد و سیاره همانند کرهٔ ماه به مرحلهٔ هلال پای می‌گذارد و در پی آن به ترتیب به مراحل تربیع یکم ، بدر و تربیع دوم و سرانجام به محاق یا تیر کهنه وارد می‌شود .

مدت‌زمان متوسط‌گردش اقترانی *Synodic Period* و یا حد فاصل زمانی میان دو اقتران زیرین سیاره تیر۱۱۵/۹ روز زمینی به درازا می‌کشد . هنگامی‌که عطارد از مرحله تربیع یکم خارج شده و به مرحلهٔ بدر روی می‌نهد ، به درخشان‌ترین حالت خود می‌رسد و پس ازورود به مرحلهٔ بدر ، در آن سوی خورشید قرار می‌گیرد و دیدار آن به‌دلیل غوطه‌ور شدن در پرتو تابناک خورشید با دشواری بسیار توأم می‌شود . اختلاف شدیدمیان دمای نیمهٔ روشن و تاریک سیاره تیر گویای آن است که چهرهٔ سیاره مزبور همانند سیمای ماه از پوستهٔ غبارینی که بر اثر بمباران‌های شهابی به‌شدت آبله‌گون شده ، تشکیل یافته است .

جو تیر *Atmosphere*

سرعت گریز * *Escape Velocity* سیاره تیر ۴/۲۵ کیلومتر در ثانیه است ، به‌همین‌مناسبت این‌سیاره فاقد جو واقعی‌است . بررسی‌های انجام شده به‌کمک مارینر ۱۰ ، نشان داده است که فشار جو در سیاره مزبور فقط 10^{-12} میلی‌بار یا چیزی حدود یک بیلیونیم فشار جو در سطح زمین است .

فراوان‌ترین گازی که در این جو بسیار رقیق وجود دارد ، هلیوم‌است که احتمالا" از تلاشی مواد رادیواکتیویته‌ای چون اورانیوم و توریوم پدید آمده و یا همراه باد خورشیدی به محیط سیاره تیر نقل مکان یافته و در دام میدان مغناطیس سیاره مزبور گرفتار گردیده است .

خاصیت مغناطیسی *Magnetic Properties*

اطلاعات حاصل از دستگاه‌های نصب شده در مارینر ۱۰ ما را به نتیجه شگفت‌انگیزی در زمینه وجود میدان مغناطیس در سیاره عطارد ، راهنمائی می‌کند . میدان مزبور که بالنسبه ناتوان بوده و از یکصدم نیروی میدان مغناطیس زمین تجاوز نمی‌کند ، نقشی کمابیش همانند میدان مغناطیس‌زمین بر عهده دارد ، با این تفاوت که : میدان مغناطیس زمین ظاهرا" زائیدهٔ دیناموی عظیمی است که بوسیله مکانیسم جریان آرام مواد گداخته توده مرکزی عمل‌کرده و تحت تأثیر چرخش زمین القا می‌گردد . اما تراکم سیاره تیر که برابر ۵/۴ گرم در سانتی‌مترمکعب است ، می‌رساند که سیاره مزبور قاعدتا" بایستی از توده مرکزی آهنینی برخوردار باشد. اما چون عطارد به آرامی هرچه تمامتر حول محورخویش می‌چرخد، لذا وجود یک‌چنین میدانی را نمی‌توان زائیده مکانیسمی چون یک دیناموی خود القاء دانست .

در توجیه پیدایش این نیرو ، شاید بتوان گفت که سیاره تیر دارای میدان مغناطیس سنگواره‌ای است که از روزگاران نخستین پیدایش تا کنون همچنان در سیاره به یادگار مانده است و یا اینکه نیروی مزبور بر اثر فعل و انفعالات متقابل سیاره و خورشید پدید آمده است .

متاسفانه هیچیک از این نظرات خالی از اشکال نبوده و بالطبع تاکنون مورد پذیرش قرار نگرفته‌اند . بهرحال ، ازآنجائی‌که نیروی میدان مغناطیس سیاره تیر به‌دلیل ناتوانی قادر به ایجاد پدیده‌ای مانند کمربند وان آلن

---

* مقدار سرعت لازم برای خنثی کردن نیروی جاذبه و گریز از میدان جاذبه را سرعت گریز می‌نامند . م

کره زمین نیست ، از این رو بادهای خورشیدی اثرات مستقیم و شدیدی بر سطح سیاره‌باقی‌گذارده و مغناطکره Magnetosphere آن را طوری تغییر شکل داده‌اند که قسمت رو به خورشید آن کاملا" متراکم و فشرده گردیده و قسمت مقابل آن همانند دنباله طویلی در فضا گسترش یافته است .

شناسنامه تیر — *Physical Data*

قطر سیمگاهی (استوائی)	۴·۸۷۸	کیلومتر
خروج از مرکز مدار	۰/۲۰۵۶	
جرم	$۳/۳۰۲۲×۱۰^{۲۳}$	کیلوگرم
حجم (در مقایسه با حجم زمین برابر ۱)	۰/۰۵۶	
تراکم (در مقایسه با تراکم آب=۱)	۵/۴۳	
ثقل سطحی (در مقایسه با ثقل زمین برابر ۱)	۰/۳۷۷	
سرعت گریز	۴/۲۵	کیلومتر در ثانیه
مدت چرخش استوائی	۵۸/۶۵	روز
تمایل محور		صفر درجه
نسبت بازتاب	۰/۰۶	
پختی یا فشردگی قطبین	۰·۰	

شناخت تلسکوپی تیر

TELESCOPIC OBSERVATIONS

تلسکوپ برای نخستین بار در سدهٔ هفدهم به خدمت نجوم و ستاره شناسی گرفته شد . از آنجائی که تلسکوپ‌های نخستین از توان کافی برای دیدار جزئیات سیاره کوچک تیر برخوردار نبودند ، لذا شناخت تلسکوپی عطارد در سده مزبور از پیشرفت شایان توجهی بهره‌مند نگردید .

یوهانس هولیوس Johannes Hevelius احتمالا" نخستین کسی است که به دیدار صور یا اهله تیر موفق گردید و بعدها یوهان هیرونیموس شروتر Johann Hieronymus Schroter ماه‌شناس نامی ، جزئیات عطارد را با دقت بیشتری بررسی‌نمود و تصاویری براساس‌مشاهدات‌وتصورات خویش که کوههائی را به ارتفاع حدود ۲۰ کیلومتر در آنها نشان می‌داد ، چاپ و منتشر ساخت .

جی . وی.شیپارلی G.V.Schiaparelli در سال ۱۸۸۱ کاوش و مشاهدات خود را به‌کمک تلسکوپ‌های‌مجهز به منعکس کننده‌های نسبتا"قوی که در رصدخانه میلان نصب گردیده بود ، آغاز کرد و فصل نوینی در تاریخ شناخت تیر افتتاح نمود . شیپارلی که مدرن‌ترین دستگاههای زمان را برای کاویدن و شناخت سیاره تیر به کار گرفته بود ، از مناسب‌ترین زمان نیز برای مطالعه سیاره مزبور که هنگام قرار گرفتن خورشید در بلندای آسمان است استفاده کرد و نقشه‌هائی که عوارض قهوه‌ای رگه‌مانندی را نشان می‌داد ، از عطارد تهیه کردو سیاره مزبور را از نظر چرخش محوری سیاره‌ای به دام افتاده معرفی نمود .

به‌گمان شیپارلی عطاردسیاره همزمانی* است که مدت‌چرخش محوری و گردش مداری آن برابر بوده و ۸۸ روز زمینی به درازا می‌کشد و نیمکره رو به خورشید آن دارای یک روز ابدی و نیمکره پشت به خورشید آن در یک شب جاودانی بسر می‌برد .

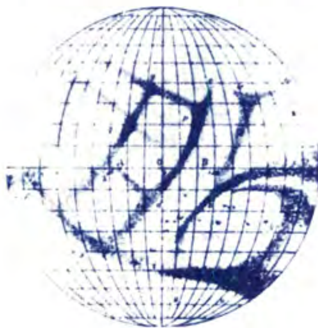
همزمان با مطالعات شیپارلی ، شخص دیگری نیز بنام پرسی وال لوول Percival Lowell عطارد را مورد مطالعه قرار داد و تصویرهای بسیاری از سیاره تیر تهیه نمود و ضمنا" خاطرنشان ساخت که رگه‌ها و یا خطوط‌موجود در سطح سیاره با کانال‌های کره بهرام (مریخ) همانندا‌ست ، با این تفاوت که کانال‌های تیر برخلاف کانال‌های بهرام مصنوعی نبوده و منشاء طبیعی دارند .

چند سال بعد یک ستاره‌شناس انگلیسی بنام دبلیو.اف.دنینگ W.F.Denning لکه‌های تیر و عوارض بهرام را با یکدیگر مقایسه کرد و مدت چرخش محوری سیاره مزبور را برابر ۲۵ ساعت محاسبه نمود .

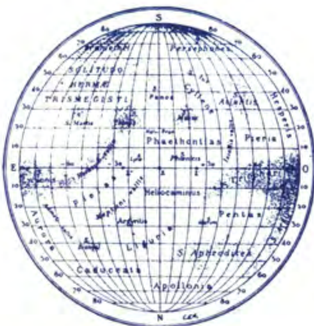
نقشه آنتونیادی

Antoniadi's Map of Mercury

تا پیش از سفر ماربنر ۱۰،معتبرترین نقشه‌های سیاره تیربوسیله شخصی بنام ای.ام . آنتونیادی E.M.Antoniadi تهیه شده بود . آنتونیادی ستاره‌شناس فرانسوی یونانی‌الاصل طی سال‌های ۱۹۲۴ تا ۱۹۲۹ مشاهدات و بررسی‌های خویش را به‌کمک بهترین تلسکوپ‌های زمان که به یک منعکس‌

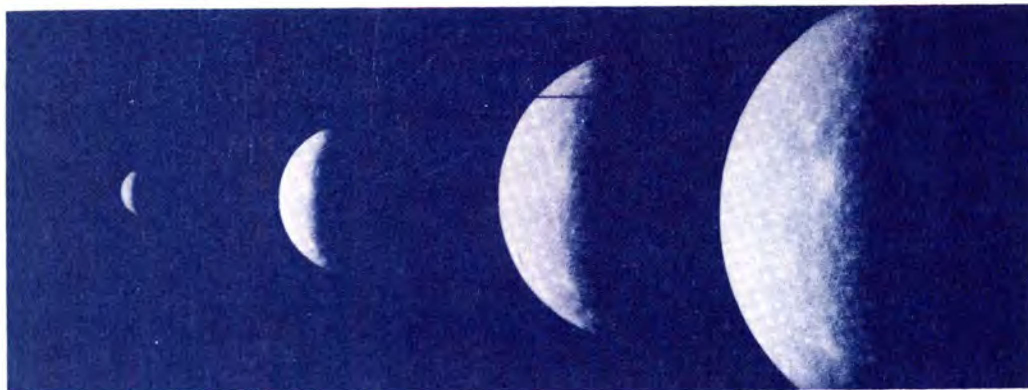


نقشهٔ شیپارلی ــ این نقشه در خلال سالهای ۱۸۸۱ تا ۱۸۸۹ بوسیله جی . وی . شیپارلی از سطح کره تیر تهیه گردید . شیپارلی در توصیف خطوط یا رگه‌های سیاهی که وجود آنها را به زحمت تشخیص داده‌است ،دچارتردید و ناتوانی بوده است .



نقشه آنتونیادی ــ در این نقشه که بر پایه مشاهدات سال‌های ۱۹۲۴تا۱۹۲۹ تهیه شده ، فقط به نمایش آن دسته از عوارضی که آنتونیادی با چشم خویش دیده است ، اکتفا گردیده . نیمکره‌ای که در این شکل دیده می‌شود ، در بهترین شرایط دیداری همواره رو به زمین قرار دارد و همین موضوع باعث گردیده تا آنتونیادی عطارد را یک سیاره همزمان بپندارد .

* سیاراتی که مدت چرخش محوری و گردش مداری آنها برابر باشد ،سیارات همزمان Synchronous نام دارند . م



مارینر ۱۰ و سیاره تیر ـ مارینر ۱۰ در سفر تحقیقاتی خود بالغ بر ۱۶۰۰ میلیون کیلومتر را درنوردید و زمانی که به نزدیکی‌های تیر رسید جزئیات بسیاری را که به عوارض ماه شباهت داشت، در برابر دیدگان انسان قرار داد. چهرهٔ عطارد را گودها و حفره‌های شهابی بیشمار همراه با دشت‌های پهناوری چون دشت کالوریس آراسته است. لکه روشنی که بعنوان نخستین عارضه سطح تیر به چشم زمینیان رسید، گودی به قطر ۲۵ کیلومتر بود که به گرامیداشت کوئی‌پر نامگذاری شد.

کننده ۸۳ سانتی‌متری مجهز بود، از رصدخانه مردون Meudon واقع در حومهٔ پاریس انجام داد و نتیجه مطالعات خود را در کتابی بنام "سیاره‌تیر" در سال ۱۹۳۴ چاپ و منتشر نمود. آنتونیادی که مانند شیپارلی، مشاهدات خویش را روز هنگام و زمانی که خورشید در بلندای آسمان جای داشت انجام داده است، درکتاب سیاره‌تیرمی‌نویسد "من فقط لکه‌ها و عوارضی را که وجود آنها برایم محقق بوده‌اند ثبت کرده‌ام، ودر مورد عوارض قهوه‌ای رنگی که به دریاهای ماه شباهت دارند، تردیدی ندارم". آنتونیادی نام‌هائی را که برای لکه‌ها و عوارض‌مختلف تیر برگزیده است، از اساطیر یونان و مصر باستان اقتباس نموده و طبیعت آنها را با دریاهای ماه هم‌ارز دانسته است. توصیف‌های آنتونیادی به ویژه از نظر شکل و اندازه کمابیش با واقعیت مطابقت دارند و اشاره وی به جو بسیار رقیق تیر شایان توجه است. وی همانند شیپارلی بر این باور است که عطارد سیاره‌ای است همزمان و مدت چرخش محوری و زمان گردش مداری آن باهم برابر است.

آنتونیادی عبور سیاره‌های تیر و ناهید را از مقابل چهرهٔ خورشید مشاهده کرده و آن‌دو را باهم مقایسه نموده است. او در یادداشت‌هایش اشاره می‌کند که سیاره ناهید هنگام عبور از مقابل خورشید در هالهٔ درخشانی که حاکی از جو غلیظ و متراکم آن است پوشیده شده، درحالیکه عدم چنین شرایطی برای تیر حاکی از رقت بسیار زیاد جو سیاره مزبور است.

نقشه‌های دیگر
Other Maps of Mercury

نقشه‌های‌دیگری که ازسطح تیر تهیه شده به‌سال‌های ۱۹۵۰ تا ۱۹۶۰ تعلق دارند. نمونه‌هائی از این‌گونه نقشه‌ها که یکی به آ. دلفوس A. Dollfus ودیگری‌به اچ.کمیشل H. Camichel متعلقند،کمابیش با نقشهٔ آنتونیادی مطابقت دارند. دلفوس در سال ۱۹۵۳ به وجود جو بسیار رقیق سیاره تیر پی برد و پس از وی سی. چاپمن C.Chapman از ایالات متحدهٔ آمریکا نقشه جامع عطارد را از روی کلیه مدارک موجود در گوشه و کنار جهان تهیه نمود و کارهای آنتونیادی را تأیید و تکمیل کرد و

وجود هرگونه جوی را در پیرامون سیاره تیر مردود دانست.

با وجودی که بیشتر کیهان شناسان، عوارض عمده‌ای را که بوسیلهٔ آنتونیادی و دیگران در روی نقشه نمایش داده شده، باور داشته‌اند، اما نتایج حاصل از سفر مارینر ۱۰ چیز دیگری را ثابت نمود و نشان داد که عوارض سطح تیر با آنچه آنتونیادی و دیگران به‌آن اشاره کرده‌اند، هیچ شباهت و تجانسی ندارد. اما حقیقت این است که لغزشی در کارهای آنتونیادی یا دیگران وجود نداشته و بررسی‌های آنان با توجه به امکانات زمان از ارزش فراوانی برخوردار است و نادیده انگاشتن کوشش‌های آنان بالطبع از انصاف به دور خواهد بود.

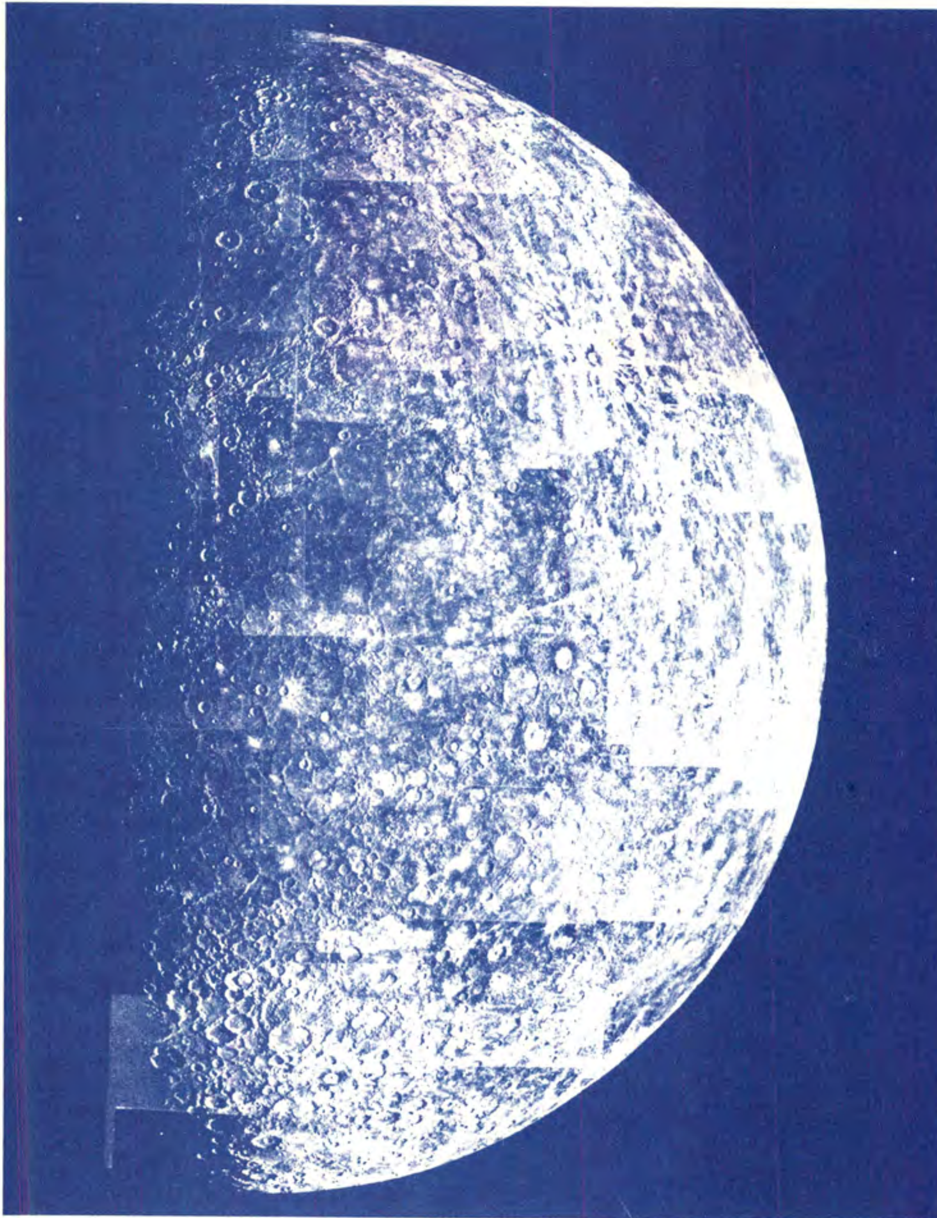
بهرحال واقعیت این است که، تیر یک سیاره همزمان نیست، بلکه مدت چرخش محوری آن ۵۸/۶ روز زمینی به درازا می‌کشد و هیچ ناحیه‌ای از آن نیز دارای روز و شب جاودانی نمی‌باشد، بلکه مسئله در این است که، در آن‌هنگام که سیاره‌تیر دربهترین شرایط دیداری اززمین قرارمی‌گیرد، همیشه فقط یک نیمکره ثابت آن رو به زمین واقع است و همین امر موجب گردیده تا کیهان‌شناسانی را که برای بررسی تیر در بهترین شرایط دیداری از زمین محدود بوده‌اند، به لغزش وادارد و پندار همزمان بودن سیاره مزبور را در اندیشه‌ها بپروراند.

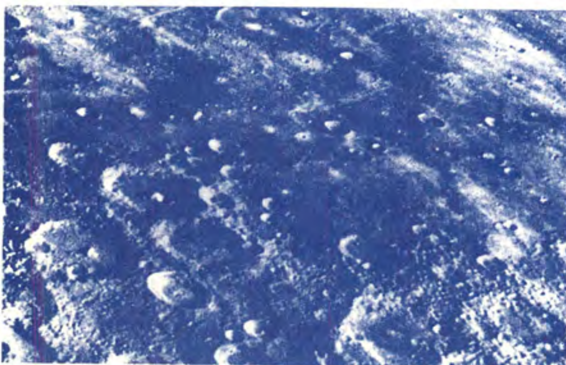
پیام‌هائی از مارینر ۱۰
The Results From Mariner 10

مارینر ۱۰ که درواقع نخستین و تنها مسافر زمینی (تا این تاریخ)* به دنیای درونی منظومه خورشیدی یعنی ناهید و تیر بشمار می‌آید، در نوامبر ۱۹۷۳ به فضا روان‌گردید و طی‌سال‌های ۱۹۷۴و۱۹۷۵از سیاره‌های ناهید و تیر دیدار نمود و صحنه‌های شگفت‌انگیزی از دنیاهای ناشناخته، به ویژه از سیاره تیر را در برابر دیدگان زمینی مجسم ساخت و برآگاهی انسان از دنیای مشکوک عطارد به نحو چشم‌گیری افزود و بر پندارهای پیشین پایان داد.

هماهنگ با نزدیک شدن مارینر ۱۰ به سیاره‌تیر، روشن گردیدکه‌سطح آن از گودها و حفره‌های شهابی فراوان پوشیده شده، یکی از این‌گودها که

* ۱۹۸۴ سال انتشار نسخهٔ اصلی کتاب. م





این عکس که بوسیله مارینر ۱۰ از سطح تیر گرفته شده، بخشی از چهرهٔ عطارد را نشان می‌دهد. گودهائی چند در کنار دشت پهناوری که احتمالاً منشاء آذرین دارد، در این عکس دیده می‌شوند. قطر بزرگترین گودی که در این عکس مشاهده می‌گردد حدود ۷۵ کیلومتر است.

دارای خطوط شعاعی است و آنچنان بزرگ است که از فاصله دور کاملاً به چشم می‌خورد، به افتخار و گرامیداشت جرارد. پ. کوئی‌پر Gerard P. Kuiper کاوشگر نامی سیارات نامگذاری شد.

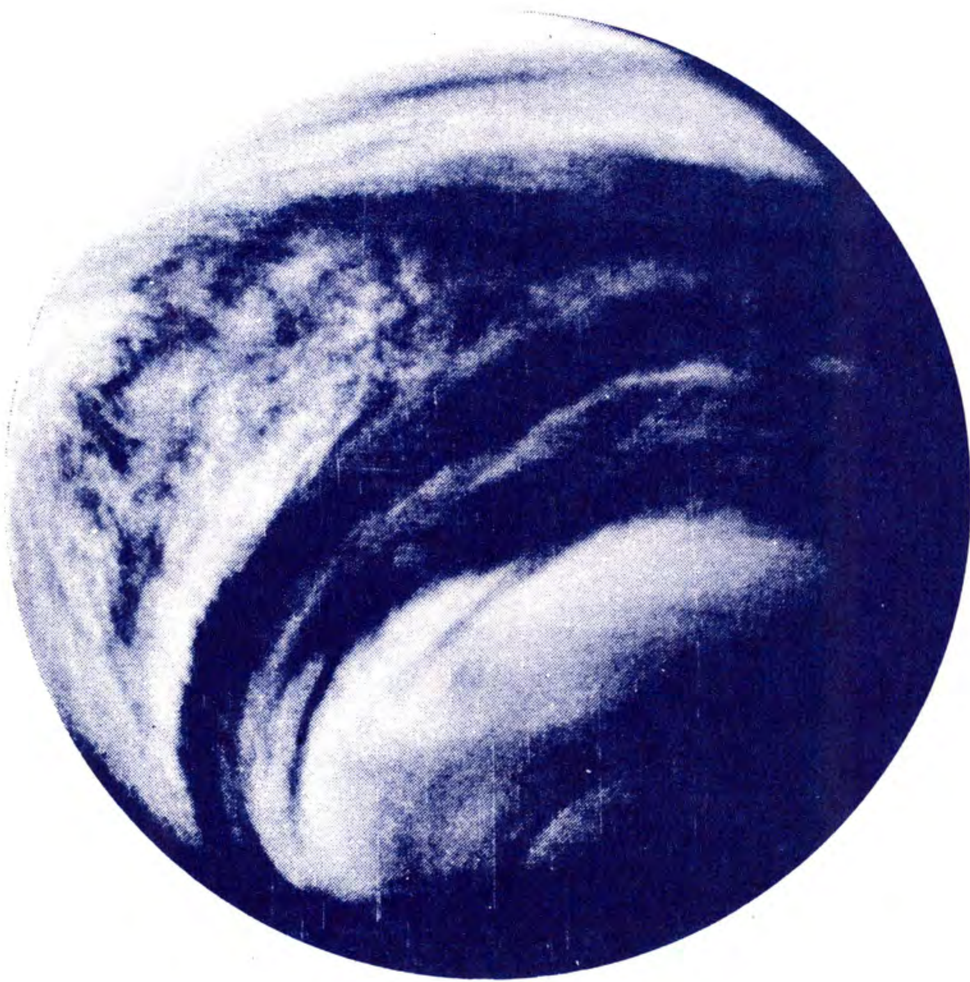
با نزدیک‌تر شدن مارینر ۱۰، چهرهٔ تیر روشن‌تر گردید و جزئیات بیشتری از سطح عطارد دربرابر دیدگان انسان قرارگرفت. دشت‌هائی چند از قبیل دشت پهناور کالوریس Caloris که به دریاها یا دشت‌های ماه (مانند دریای اورینتال Orientale) شباهت‌دارد، همراه با گودهای بی‌شمار و چند عارضه کوه مانند، جمعاً چهره تیر را می‌آرایند و اختلاف دمای شدید میان نیمکره‌های روشن‌وتاریک، سیاره‌مزبور را در میان خانواده منظومه خورشیدی، در ردیف نخست جای می‌دهد.



هنگامیکه مارینر ۱۰ در فاصله ۲۰۰ هزار کیلومتری سیاره تیر قرار گرفت، عکسبرداری از سطح سیاره آغاز گردید تصویرهای بزرگ صفحه‌های ۶۰ و ۶۱ که بخش‌هائی از نیمکره‌های خاوری و باختری عطارد را بصورت فتوموزائیک نشان می‌دهند هرکدام از ۱۸ قطعه عکس ترکیب یافته‌اند. قطب شمال سیاره در بالای تصاویر و خط نیمگان (استوا) عمود بر محور سیاره و از راست به چپ تصاویر عبور می‌کند.

ناهید(زهره)

VENUS



ویژگی‌های ناهید

CHARACTERISTICS OF VENUS

ناهید درخشان‌ترین سیاره از دیدگاه زمینی است. این سیاره آنچنان تابناک است که حتی هنگامیکه خورشید در بالای افق قرار دارد، با چشم غیر مسلح دیده می‌شود و در افق‌های کاملاً تاریک، از اشیاء زمینی سایه می‌سازد.

کهن‌ترین شناخت ناهید بزمان بابلی‌ها بازمی‌گردد. هومر Homer شاعر و حماسه‌سرای یونان باستان، ناهید را در اشعار خویش بعنوان زیباترین ستاره توصیف میکند و همنام با ونوس Venus یا الهه زیبائی آن را می‌ستاید.

ناهید به فاصله متوسط ۱۰۸،۲۰۰،۰۰۰ کیلومتر روی مداری که خیلی به دایره نزدیک است به گرد خورشید گردش می‌کند، این فاصله در نقطه پری‌هلیون ۱۰۷،۴۰۰،۰۰۰ کیلومتر و در افلیون ۱۰۹،۰۰۰،۰۰۰ کیلومتر است. زمانی‌که زهره در نزدیک‌ترین فاصله خود تا زمین و یا در حالت اقتران زیرین قرار می‌گیرد، از کلیه اجرام آسمانی بجز ماه و پاره‌ای سیارکان به زمین نزدیک‌تر است. مدت‌گردش زهره بدور خورشید ۲۲۴/۷ روز زمینی به درازا می‌کشد و جو متراکم و غلیظ آن که همچون حجابی چهره سیاره را پوشانیده است، تعیین‌مدت چرخش محوری آن را با دشواری‌همراه ساخته است.

بررسی‌های اخیر نشان می‌دهد که این سیاره هر ۲۴۳ روز زمینی یک‌بار حول محور خویش می‌چرخد و هر شبانه روز آن بیش از یکسال ناهیدی به درازا می‌کشد و دمای‌متوسط لایه فوقانی ابرهای آن به ۳۳- درجه سانتی‌گراد و دمای میانگین سطح آن به ۴۸۰ درجه سانتیگراد بالغ می‌گردد.

قطر نیمگانی (استوائی) و قطبی ناهید ۱۲۱۰۴ کیلومتر است و از این بابت بسیار به زمین شباهت داشته و جفت دوم یا همزاد زمین بشمار می‌آید. جهت چرخش ناهید خلاف جهت چرخش محوری خورشید بوده و از این جهت در عالم منظومه خورشیدی منحصر به فرد است. جرم ناهید کمی بیشتر از ۸۰ درصد جرم کره زمین بوده و تراکم آن نیز فقط ۲ درصد کمتر از تراکم زمین و ثقل مخصوص آن ۵/۲ است که در مقایسه با زمین (که ۵/۵ می‌باشد)، همانندی بسیار آن را با کره‌خاکی ما روشن می‌سازد.

قرص ناهید همانند تیر از اهله یا صورگوناگون پیروی می‌کند. زمانی که سیاره در وضعیت اقتران زیرین قرار دارد، پشت یا نیمه تاریک آن روبه زمین واقع است، در چنین وضعیتی فقط در حالت عبور از مقابل خورشید قابل رویت می‌باشد، و هنگامیکه درمرحلهٔ بدر یا دروضعیت اقتران‌زبرین واقع است، درآن سوی کانون مدار قرار گرفته و در پرتو تابناک خورشید غرق می‌شود. ناهید برخلاف تیر، در مرحلهٔ هلال بــه درخشان‌ترین وضعیت خود می‌رسد و قدر آن به حداکثر ۴/۴- بالغ می‌شود و با نزدیک شدن به مراحل تربیع اول و بدر، به‌سرعت از قطر ظاهری‌خویش می‌کاهد.

درون ناهید Interior

همسان بودن ناهید و زمین از نظر اندازه و جرم و تراکم، نخست ما را براین گمان می‌دارد که این دو سیاره بایستی از نظرساختمان درونی نیز همانند باشند. بطوری که در بخش زمین خواهیم دید، میهن خاکی مادارای گوشته‌ای گداخته و متحرک است و پوستهٔ آن لایه‌ای است نازک و شکننده که به قطعاتی بنام قاره که نسبت به هم حرکت می‌کنند مبدل شده. مبحث تکتونیک Tectonic در دانش زمین‌شناسی از اهمیت والائی برخوردار است. به موجب این مبحث، قاره‌ها همانند قطعات یا تخته‌پاره‌هائی هستند که در مقایسه با محیط اطرافشان در وضعیت‌تعادل و ایستائی بوده و حالتی را بنام تعادل همستادی Isostasy پدید آورده‌اند و همانند کوه‌یخی شناور بر روی گوشته گداخته زمین شناورند. ناهید نیز که ظاهراً ازگونه‌ای قاره برخوردار است، قاعدتاً بایستی از حالات تعادل همستادی نیزبرخوردار باشد. نتایج بدست‌آمده از فضاناو پایونیر Pioneer که مدار پیرامون ناهید را در نوردیده است، نشان می‌دهد که برجستگی‌های مهم زهره مانند ایشتار Ishtar و آفرودیت Aphrodite که درواقع قاره‌های سیاره مزبور بشمار می‌آیند، از این ویژگی بی‌بهره بوده و آثاری از تعادل همستادی در آنها دیده نمی‌شود.

هرچند فعالیت‌های تکتونیکی وسیعی در ناهید به چشم نمی‌آید، ولی وجود پوستهٔ نازک در مناطق پست و پوستهٔ ستبر در مناطق مرتفع، بیانگر آن است که، زهره مرحله وسیعی از گداختگی و انتقال حرارت گوشته خود را می‌گذراند.

ضرورت تائید بحث تکتونیکی تک صفحه‌ای ناهید ایجاب می‌کند که پوستهٔ سیارهٔ مزبور ضخیم‌تر از پوسته زمین باشد. بررسی‌های انجام شده بوسیله اقیانوس شناسان آمریکائی نشان می‌دهد که پوستهٔ ناهید در زیر منطقه آفرودیت از ۱۶۰ کیلومتر فراتر می‌رود. مفهوم این وضعیت آن است که مناطق ایشتار و آفرودیت احتمالاً تنها قاره‌هائی در سیاره ناهید هستند که طی روزگاران گذشته متورم گردیده و تاکنون بطور ثابت برجای باقی مانده‌اند.

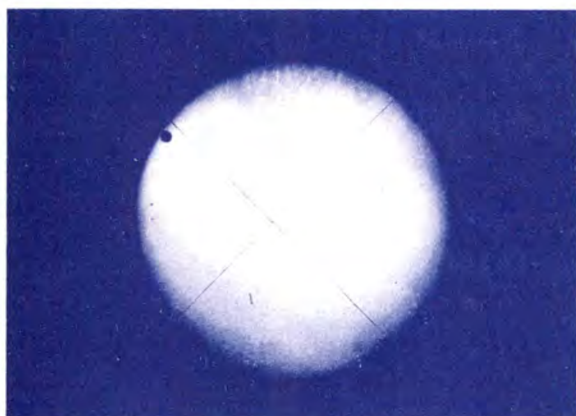
ناهید و پدیده‌ای آذرخش گون Evidence From Lightning

بررسی‌های تلسکوپی گویای آن است که، پدیدهٔ ناشناخته‌ای به شکل آذرخش‌های تقریباً دائمی، در سطح ناهیدوجود دارد. تپش‌های الکترو- مغناطیسی ثبت شده از مناطقی چون بتارژیو Beta Regio و نواحی خاوری آفرودیت بر موجودیت این‌پدیده که ظاهراً ارتباطی با ابرهای فراز این نواحی ندارند، نیرو می‌بخشد.

بررسی‌های ژرف‌تر نشان می‌دهد که پدیده مزبور که بصورت آذرخش- های برق‌آسا در سطح سیاره تولید می‌گردد، قاعدتاً بایستی به‌فعالیت‌های آذرین و جهش مواد گداخته از میان شکافها و روزنه‌های موجود در پوسته سیاره بستگی داشته‌باشد. نمونه خاکهائی که بوسیله ونرا ۱۴ Venera از مناطقی بنام فیب رژیو Phoeb Regio و بتا رژیو به زمین آورده شده،

صور یا اهله ناهید ــ قطر ظاهری ناهید متناسب با صور آن در تغییر است. هنگامیکه زهره به مرحلهٔ بدر گام می‌نهد، به کمترین اندازه و زمانی که در مرحله ناهید نو قرار می‌گیرد، بیشترین مقدار قطر ظاهری را داراست.





عبور ناهید از برابر خورشید خیلی به ندرت و در هر صد سال فقط دوبار و به فاصله ۸ سال رخ می دهد.

همچنین دی‌اکسید کربن سنگهای آهکین سطح سیاره به بیرون تراویده و به درون جو ناهید روان گردیدند و محیط سیاره مزبور را با ایجاد گرمخانه به دوزخی سوزان دگرگون ساختند.

شباهت فراوانی به نهشت‌های دریائی کره زمین دارند وافزون برآن نمونه خاکهای فیب رژیو و بتا رژیو نیز هم از نظر سن و هم از جهت ترکیب با هم متفاوتند.

نشانه‌های دیگر، بر این گمان که تکتونیک صفحه‌ای بدلیل چرخش فوق‌العاده آرام زهره و تبخیر آب آن متوقف گردیده است، نیرومی‌بخشدو اختلاف کلی میان تاریخچه پیدایش و رویش و تکامل ناهید و زمین را تائید می‌نماید. در نخستین روزهای پیدایش جهان خورشیدی، زمین و ناهید احتمالا" تکامل خویش‌را پابپای هم آغاز نموده‌اندواز شرایطاقلیمی مطلوب و پذیرائی برای پیدایش حیات بهره‌مند بوده‌اند. برخی از دانشمندان پا را از این هم فراتر نهاده و براین پندار که ناهید آن روزگار، دارای اقیانوسی از آب بوده است، مطمئن و استوار می‌باشند. این دانشمندان نسبت دوتریوم *Deuterium* به ئیدرژن موجود در جو ناهید را که صد بار بیشتر از میزان آن درآبهای زمین است، بعنوان دلیلی براین ادعا ارائه می‌دهند و براین نظریه که آب سیاره مزبور حداقل صدبار بیشتر از مقدار بخار آب موجود درجو کنونی ناهید بوده است، تاکید می‌کنند و بر این باور که مقدار آب آن روزگار بایستی سراسر ناهیدرا به ژرفای ۹متر زیر پوشش قرار می‌داده، اصرار می‌ورزند و طبیعی است که در این مرحله از تکامل، خورشید بایستی سردتر از امروز بوده‌باشد. با فزونی گرفتن دمای خورشید، اقیانوس های ناهید ناگزیر به جوش آمدند و تبخیر شدند و

خاصیت مغناطیسی ناهید *Magnetic Properties*

با وجودی‌که تودهٔ مرکزی سرشار از آهن ناهید کمی کوچک‌تر از تودهٔ مرکزی زمین‌است، مع‌الوصف زهره ازمیدان مغناطیسی قابل توجهی برخوردار نیست. چگونگی ناتوانی میدان مزبور را قاعدتا" بایستی در چرخش بسیار آرام و کند سیاره ناهید که خود مانع بزرگی برای مکانیسم دیناموی خود ــ القاست، جستجو کرد.

بهرحال، توان میدان مغناطیس زهره چیزی معادل ۵×۱۰^{-۵} نیروی مغناطیس زمین است. اما همین میدان ناتوان با جو انبوه سیاره دست به دست هم داده و از رسیدن بادهای خورشیدی به سطح ناهید جلوگیری می‌کند. با وجود اینکه مغناطکره زهره همانند سپری در مقابل بادهای خورشیدی ایستاده است، اما اثری از کمربند تشعشعی همانند کمربندهای وان آلن زمینی درآن وجود ندارد. فشار بادهای خورشیدی یونکره *Ionosphere* سیاره را از جلو بشدت تحت فشار قرار داده و قسمت مقابل آن را همانند دنباله طویلی در فضا روان ساخته است.

شناسنامه ناهید — *Physical Data*

قطر	۱۲۰۱۰۴	کیلومتر
خروج از مرکز مدار	۰/۰۰۷	
جرم	$۴/۸۶۸۹ \times ۱۰^{۲۴}$	کیلوگرم
حجم ،در مقایسه با حجم زمین برابر۱	۰/۸۶	
تراکم ،در مقایسه با آب برابر ۱	۵/۲۴	
ثقل سطحی ،درمقایسه‌با ثقل سطحی زمین برابر۱	۰/۹۰۲	
سرعت گریز	۱۱/۱۸	کیلوگرم در ثانیه
مدت چرخش محوری	۲۴۳/۰۱	روز زمینی
تمایل محور	۱۷۸	درجه
نسبت بازتاب	۰/۷۶	
پختی یا فشردگی قطبین	۰۰۰	

تاریخچه شناخت تلسکوپی ناهید — *Observational Background*

هنگامیکه گالیله در سال ۱۶۱۰ دوربین ساده خویش را به سوی زهره روان ساخت و برای نخستین بار صور سیاره مزبور را به‌چشم خویش مشاهده نمود ، اساس هیئت بطلمیوس که بر پایه زمین مرکزی استوار بود و خورشید و سیارات و دیگر ستارگان را طواف کنندگان زمین می‌پنداشت یکباره فرو ریخت و پندارهائی که با تعصبات بس عمیق همراه بود،به دست فراموشی سپرده شد .

علاوه بر اینکه ناهید درچنان شرایطی است که دیدن یک دور کامل اهله آن برای گالیله غیرممکن می‌نمود ، دیدن جزئیات سیاره مزبور که در حجاب‌ضخیمی از ابرها و بخارات‌جوی پوشیده شده‌برای‌وی‌نیز میسرنگردید و تنها افتخار دگرگونی علم نجوم و به زیر کشیدن هیئت بطلمیوس‌را برای خویش جاودانه ساخت .

نخستین نقشه ناهید در سال ۱۶۴۵ بوسیله ستاره‌شناسی به نام اف . فونتانا *F. Fontana* **تهیه گردید . وی برای این کار از یک منعکس کننده دستی که چندان هم از تلسکوپ گالیله بهتر نبود ، استفاده کرد و چیزهائی‌را کهظاهرا" درسطح ناهیددیده‌بود ،بنام اقیانوس‌ها وخشکی‌های ناهید در نقشه خویش منعکس ساخت .**

در سال ۱۶۶۷ ، جی . دی . کاسینی *G.D. Cassini* **از رصدخانه بولونا** *Bologna* **ناهید را مورد بررسی قرار داد و علاوه بر مشاهدهٔ چند لکه تاریک و روشن ، زمان چرخش زهره را ۲۳ ساعت و ۲۱ دقیقه محاسبه نمود . پی‌گیری‌های بعدی و همچنین تلاش های پسرش بنام جی . جی . کاسینی** *J.J. Cassini* **نیز چیزی بر یافته‌های پیشین نیفزود .**

کشف جو ناهید — *Discovery of the Atmosphere*

ناهید در هر صد سال فقط دوبار از مقابل خورشید عبور می‌کند که هرکدام علاوه بر اهمیتی که از نظر اندازه‌گیری فاصله زمین تا خورشید دارند ، از بابت شناخت جو سیاره مزبور نیز از اهمیت شایان توجهی برخوردارند .

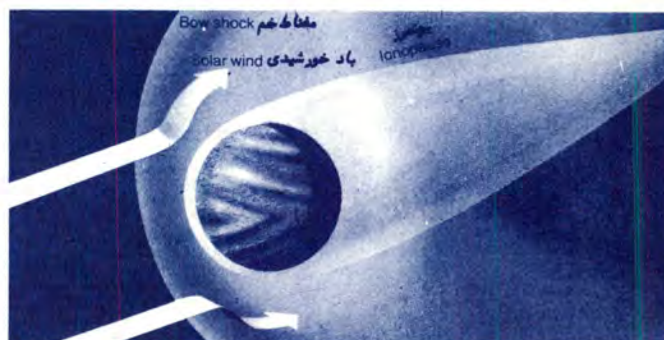
عبور *Transit* **ناهید طی سال‌های ۱۷۶۱ و ۱۷۶۹(در سدهٔ هجدهم) و ۱۸۷۴ و ۱۸۸۲ (در سده نوزدهم) روی داده و عبور بعدی به سال ۲۰۰۴ میلادی موکول گردیده است .**

با وجودی‌که امروزه‌شیوه‌اندازه‌گیری فواصل فضائی‌از راه عبور سیارات از برابر خورشید کلا" متروک و کنار گذارده شده‌است ،اما عبور ناهید هنوز از اهمیت خویش نکاسته است .

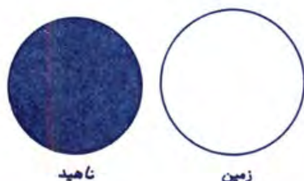
در سال ۱۷۶۱ ستاره‌شناس روسی بنام ام . و. لومونوسوف *M.V. Lomonosov* **هنگام عبور سیاره از برابر خورشید ، هاله‌ای در پیرامون قرص زهره مشاهده نمود و از این راه به وجود جو انبوه ناهید پی برد . به دنبال کشف‌لومونوسوف‌که متأسفانه‌با استقبال نه چندانی روبرو گردید ، جی . اچ شروتر** *J.H. Schroter* **نیز در پایان سده هجدهم ، جو متراکم پیرامون ناهید را مجددا" کشف کرد و اهمیت پژوهش های لومونوسف را یادآور گردید .**

شروتر و هرشل — *Schröter & Herschel*

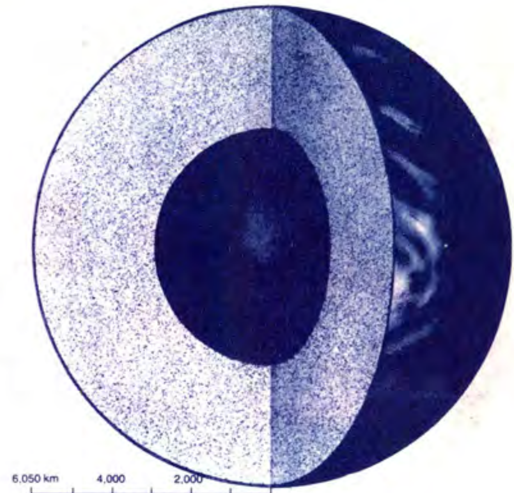
دو نفر از بزرگان علم نجوم قرن هجدهم ، یکی یوهان هیرونیموس شروتر *Johann Hieronymus Schroter* **از رصدخانه لیلینتال** *Lilienthal* **واقع در نزدیکی‌های برمن** *Bremen* **و دیگری ویلیام هرشل** *William Herschel* **که از هانور زادگاه‌خویش‌به لندن عزیمت نموده بود ، همزمان به بررسی ناهید پرداختند و برای کشف ناشناخته‌های این سیاره مرموز کمر همت بربستند . لکه‌های هاله مانند مبهمی را که شروتر**



مغناطکره ناهید
چرخش آرام زهره بیانگر آن‌است که سیاره مزبور از بابت‌جریان‌های درونی بسیار ناتوان است و از میدان مغناطیسی قابل توجهی برخوردار نیست . در حقیقت جو انبوه ناهید سطح سیاره را از برخورد بادهای خورشیدی محفوظ می‌دارد و در مغناطکره آن اثری از کمربندهای تشعشعی همانند آنچه در زمین وجود دارد ، به چشم نمی‌خورد .



اندازهٔ ناهید ــ زهره‌با قطری‌برابر ۱۲۰۱۰۴ کیلومتر تقریبا" با زمین که قطرش ۱۲۰۷۵۶ کیلومتر است ، هم اندازه است .



درون ناهید
زهره از نظر اندازه و جرم تقریبا" به‌زمین شباهت دارد و ساختار درونی آن نیز قاعدتا" بایستی با زمین همانند باشد.

بر روی قرص درخشان ناهید مشاهده نمود ، کوهستان‌های زهره پنداشت و هرشل لکه‌های مزبور را به جو انبوه ناهید مربوط دانست . سرانجام هر دو بر این باور که پیرامون سیاره مزبور را لایه ابرگونه‌ای در بر گرفته است اتفاق نظر یافتند و مشترکا" جو ناهید را تأئید نمودند . علاوه بر آن ، شروتر نور ضعیفی را نیز در قسمت تاریک سیاره به ویژه هنگامیکه در مرحله هلال قرار دارد مشاهده نمود ، که هنوز طبیعت واقعی آن به درستی شناخته نشده .

با وجودی که چهره‌ٔ حقیقی ناهید در زیر توده‌های انبوه ابر پوشیده شده و پی بردن به زمان چرخش آن کار دشواری است ، مع‌الوصف شروتر زمان چرخش محوری زهره را حدود ۲۳ ساعت و ۲۱ دقیقه و ۷/۹ ثانیه محاسبه نمود . پاره‌ای ستاره‌شناسان در سده‌های هفدهم وهجدهم به وجود جرمی بنام قمر ناهید اشاره کرده‌اند که مطمئنا" به دور از حقیقت بوده و پژوهش های نوین وجود هرگونه قمری را برای ناهید بکلی مردود دانسته است . شاید ذکر این نکته بی‌مورد نباشد که درخشندگی ناهید آنچنان است که بازتاب آن در تلسکوپ‌ها گاه به پندار قمری برای زهره می‌انجامد و ناهید شناسان را به اشتباه وامی‌دارد .

دوره چرخش ناهید

Rotation Period

مدت زمان چرخش محوری ناهید تا همین اواخر بدرستی معلوم نبود و بین ۲۲ ساعت تا ۲۲۴/۷ روز زمینی برآورد می‌گردید . اگر رقم ۲۲۴/۷ روز درست می‌بود ، قاعدتا" ناهید یک سیاره همزمان بشمار می‌آمد و همواره فقط یک نیمکره ثابت آن رو به خورشید قرار می‌گرفت .

مشکلی که در تعیین مدت چرخش محوری ناهید وجود می‌داشت ،این بود که عارضه و یا لکه مشخص و ثابتی درچهره‌ٔسیاره‌ٔمزبور به‌چشم نمی‌آمد و حتی فن عکاسی هم گرهی از کار نمی‌گشود .نخستین عکس نسبتا" مطلوب زهره بوسیله اف . ای . راس *F.E. Ross* در سال ۱۹۲۳ از رصدخانه مونت ویلسون *Mount Wilson* تهیه گردید . در این عکس که به کمک پرتو فرابنفش گرفته شد ، پاره‌ای عوارض نسبتا" مشخص اما فاقد کیفیت که غالبا" با اشباحی از ابر اشتباه می‌گردید ، دیده می‌شد . تا پیش از توسعه و پیشرفت تکنیک رادار تصور کلی بر آن بود که مدت چرخش ناهید چیزی حدود ۳ تا ۴ هفته است .

در سال ۱۹۵۰ نتایج بهتری از عکسبرداری‌هائی که بوسیله جی . پی کوئی‌پر *G.P.Kuiper* از رصدخانه مکدونالد *MC.Donald* واقع در تکزاس ، و ان . آ . کوزیرف *N. A. Kozyrev* دراتحادجماهیر شوروی ، و آ . دلفوس *A. Dollfus* از رصد خانه پیک دومیدی *Pic.du Midi* فرانسه و همچنین ار . اس . ریچاردسون *R.S. Richardson* از رصدخانه‌مونت‌ویلسون ، انجام شده بود ،بدست آمد و چهره‌ٔ ابرآلود و مبهمی از زهره آشکار گردید .

ناهید شناسان دیگری چون بویر *Boyer* و ژرین *Guerin* فرانسوی نیز مشترکا" عارضه *Y* شکلی‌را درسطح سیاره مزبور مشاهده کردندو به‌کمک آن یک دوره پسگرائی (قهقرائی) چهار روزه برای چرخش ناهید محاسبه‌نمودند . اما آنها نیز راه خطارفتندوعارضه *Y* شکلی که‌دیده بودند چیزی جز اشباح توده ابرهای پیچیده سطح فوقانی زهره نمی‌بود .

تا پیش از عصر فضا ، ناهید همچنان یک سیاره مرموز و دیرآشنا بشمار می‌رفت و درباره سطح آن دو نظریه گوناگون وجود داشت . ستاره ـ شناسان آمریکائی به نام اف . ل . ویپل *F.L. Whipple* و دی . اچ . منزل *D.H. Menzel* بر این گمان بودند که سطح ناهید عمدتا" از آب پوشیده شده و گروه دیگر می‌پنداشتند که سطح زهره را دشت‌های داغ و سوزان و فاقد رطوبت فرا گرفته است ، و چون تنها اطلاع مثبتی که‌از این سیاره در اختیار بود ، وجود جو سرشار از دی‌اکسید کربن می‌بود ، لذا



الهه زیبائی ــ از آنجائی‌که سیاره‌ٔ ناهید درخشان‌ترین و زیباترین جرم آسمانی است ، از این رو همواره به الهه زیبائی آسمانها تشبیه می‌گردد و اروپائیان آن را بنام ونوس *Venus* می‌شناسند . چینی‌ها نیز ناهید را تایپه *Tai _ pe* یعنی زیبای سفید می‌خوانند و بابلی‌ها آن را بنام خدای‌خویش، ایشتارمی‌نامیدند .

منطق حکم می‌کرد تا اثر گرمخانه‌ای گاز دی‌اکسید کربن را بپذیریم و دمای فوق‌العاده زیادی برای سطح آن قائل شویم .

پژوهش های راداری انجام شده از سطح زمین ، نشان می‌دهد که ناهید دارای چرخش محوری بسیار آرامی است و دمای سطحی آن به چند صد سانتیگراد می‌رسد .

سفر به ناهید
Mission to Venus

نخستین سفینهٔ تحقیقاتی ناهید ، ونرای ۱ Venera 1 نام‌داشت که در فوریه ۱۹۶۱ بوسیله اتحاد جماهیر شوروی بر سطح زهره فرود آمد و متأسفانه ارتباط آن پس از چند هفته با زمین قطع گردید . مارینر ۲ Mariner 2 سفینه پژوهشی آمریکا که در ۲۶ اوت ۱۹۶۲ به سوی زهره روان‌شد دردسامبرهمان سال از فاصله ۳۵ هزار کیلومتری ناهید گذشت و با اطلاعاتی که به زمین مخابره نمود ،نظریه موجودیت اقیانوس سراسری ناهید را بکلی مردود ساخت و دمای سطحی آن را برابر ۴۸۰ درجه سانتیگراد اندازه‌گیری کرد و همچنین آرامش و کندی چرخش محوری سیاره را نیز مورد تائید قرار داد . پژوهش های نوین ثابت‌نموده‌که مدت چرخش ناهید از یک سال آن (یک دور گردش به دور خورشید) بیشتر بوده و ۲۴۳ روز زمینی به درازا می‌کشد ، و از این‌بابت ناهیدرا در ردیف سیاره منحصر به فرد منظومه خورشیدی بشمار می‌آورد ، همچنین معلوم گردیده که‌چرخش زهره از خاور به باختر بوده و ضمناً" قسمت‌های فوقانی جوآن از قسمت‌های تحتانی سریع‌تر می‌چرخد که البته چگونگی این پدیده هنوز به درستی شناخته نشده .

علاوه بر اطلاعات بالا ، تحقیقات‌مارینر۲ ،و همچنین پژوهش های بعدی ، معلومات ما را در زمینه شناخت میدان مغناطیسی ناهید وسعت بخشیده‌ومعلوم‌ساخت که زهره از میدان‌مغناطیسی نسبتاً"ناتوانی برخوردار است . مارینر ۵ که در سال ۱۹۶۷ و مارینر ۱۰ که در سال ۱۹۷۳ به سوی ناهید روان گردیدند (مارینر ۱۰ در ماموریت به سوی سیاره تیر از کنار ناهید عبور نمود) ، ضمن عکسبرداری از سیاره مزبور جزئیات بیشتری از ابرهای فوقانی زهره را در برابر دیدگان زمینی قرار دادند و سفینه‌های آرام‌نشین Soft Lander اتحاد جماهیر شوروی و همچنین فضاناو آمریکائی پایونیر Pioneer نیز پیام‌های گرانبهائی به زمین مخابره نمودند و از چهرهٔ ناهید تا حد زیادی پرده برگرفتند . سفاین شوروی سطح زهره را بطور زنده در برابر دیدگان زمینی مجسم ساختند و گمانه Probe هائی که به‌کمک چتر از جو سیاره به زیر فرستاده شد ، عکس‌ها و اطلاعات بسیار ارزشمندی به زمین مخابره نمودند و ناهید دیرآشنا را به زمینیان مشتاق شناسانیدند . در نظر است گمانه دیگری بنام VOIR یا Venus Orbiting Imaging Radar تا بیش از سال ۱۹۹۰ ازسوی ایالات متحده آمریکا به‌ناهید روان‌گردد و اطلاعاتی درزمینه‌ناهنجاری‌های ثقلی Gravitional Anomalies زهره کسب و به زمین مخابره نماید. *



ساکنان خیالی ناهید
اندیشه‌های رؤیائی ، ساکنانی را برای ناهید متصور بوده است . این پندار بویژه در قرن نوزدهم آن‌چنان قوت گرفت که حتی روزنامه‌ها و مجلات تصاویر زیبائی از مناظر و ساکنان خیالی‌زهره را در مطبوعات خویش درج می‌کردند .

به‌کمک اطلاعات مزبور می‌توان تصویر گویاتری از دگرگونی‌های پوسته و همچنین ساختار درونی ناهید تهیه نمود و علاوه برآن آتشفشان‌های کوچک و عوارض بیشتری از پوسته سیاره مزبور را تحت بررسی قرار داد .

متأسفانه کـاهش بودجه نـاسـا NASA برنامه VOIR را برای مدتی به تأخیر انداخته است . اما اتحاد جماهیر شوروی دربدست‌آوردن‌اطلاعات دقیق‌وزنده‌تری از ناهید همچنان درتلاش است . در نظر است سفینه‌هائی به نام وگا Vega برای شناخت ستاره دنباله‌دار هالی در سال ۱۹۸۵ به فضا روان گردد**. سفینه‌های مزبور نخست به سوی ناهید رفته و آرام ــ نشین‌ها و گمانه‌هائی را به درون جو سیاره روان خواهند ساخت تااطلاعاتی در زمینه لایه‌های مختلف ابرهای ناهیدی بدست آورند و سپس در دنباله ماموریت خویش به دیدار دنباله‌دار هالی بشتابند .



تصاویر شروتر
شروتر سیاره ناهید را در سال ۱۸۱۴ تحت مطالعه قرار داد و معتقد گردید که زهره سیاره‌ای است سخت دیرآشنا که هیچگونه عارضه مشخص و قابل تمیزی در آن یافت نمی‌گردد ، شروتر این تصاویر را در کتابی بنام سیاره زیبا در سال ۱۷۹۶ چاپ‌نموده است .

---

* امریکائی‌ها در سال ۱۹۹۰ سفینه‌ای را بنام ماژلان به ناهید روانه ساخته‌اند ولی اطلاعات بدست آمده هنوزرسماً" منتشر نشده است . م
** سفینه وگا در ژوئن ۱۹۸۵ از کنار زهره گذشت و گمانه‌هائی به‌سوی این سیاره فرستاد و سپس به راه خویش به طرف ستاره دنباله‌دار هالی ادامه داد . متأسفانه از اطلاعات بدست آمده چیزی دستگیر نگردید . اما اطلاعاتی که در باره شناخت دنباله‌دارهالی کسب گردیده،دربخش دنباله‌داران مورد گفتگو قرار گرفته است . م

جوناهید

ATMOSPHERE

ترکیب جو

Composition of the Atmosphere

مهمترین گاز تشکیل دهندهٔ جو ناهید گاز دی‌اکسیدکربن است که با گازهای دیگری چون نیتروژن ، اکسیژن ، دی‌اکسید گوگرد وقدری بخار آب همراه است .

پی بردن به میزان گازهای مزبور ما را با نحوهٔ رویش و سیر تکاملی ناهید آشنا می‌سازد و دریچه‌هائی را از تاریخ پیدایش و رویش اعضای خانواده خورشید ، در برابر دیدگان ما می‌گشاید . نتایج بدست آمده از این اندازه‌گیری‌ها که بیشتر به‌کمک سفینه پایونیر انجام یافته است ، نشان می‌دهد که جو ناهید از شمار فراوانی ایزوتوپ‌های آرگن *Ar-36* و *Ar-38* که مقدار آن از جو زمین بمراتب بیشتر است تشکیل یافته و همچنین مقدار کمی ایزوتوپ *Ar-40* نیز در آن وجود دارد که کلا" براثر زوال رادیو ـ اکتیویتهٔ پتاسیم حاصل گردیده‌اند ، حال آنکه ده درصد گاز آرگن حاصله از زوال‌های رادیواکتیویتهٔ جو زمین در نتیجـهٔ وابفرسائی یا سایند *Weathering* سنگها تشکیل یافته است . این سنجش نشان‌دهندهٔ آن است که ، برای تولید گازهائی چون آرگن ، مکانیسم دیگری سوای مکانیسم وابفرسائی وجود دارد که از مکانیسم زمینی بمراتب فعال‌تر است .

علاوه بر گاز آرگن ، بنظر می‌رسد که ناهید از نظر گاز کریپتـون *Krypton* نیز سیاره‌ای غنی‌تر از زمین است . چنین پنداری ما را به گوشه‌هائی از رمز آفرینش راهنمائی می‌کند و در پذیرش تئوری پیدایش منظومه خورشیدی مصمم‌تر می‌سازد .

شاید در همان روزهای نخستین پیدایش منظومه شمسی ، یعنی زمانی که بادهای خورشیدی *Solar Winds* از وضع فعلی متراکم‌تر بوده است ، محل کنونی ناهید گازهای بیشتری دریافت داشته و از انبوهش گازهای مزبور پیش سیاره زهره پدید آمده‌است . پیش سیاره *Proto Planet* ناهید از همان روزهای آغازین همانند سپری جلوی بادهای خورشیدی‌را سدکرده و از وزش و رسیدن آنها به سیاره‌های زمین وبهرام (مریخ) ممانعت نموده است و کمیابی گازهائی چون کریپتون و زنون *Xenon* وآرگن در جو زمین و بهرام را احتمالا" بایستی ناشی از همین ممانعت دانست .

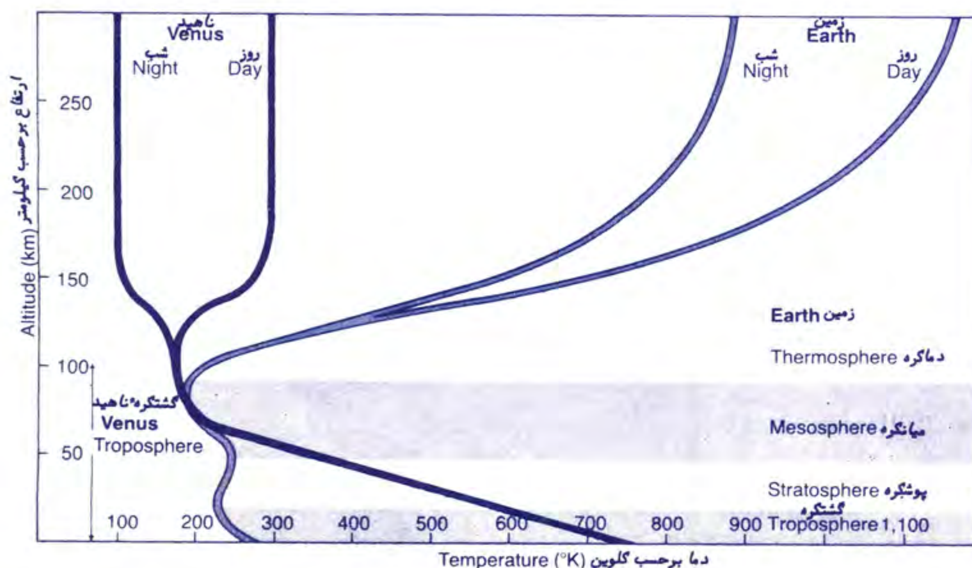
بدون تردید مقدار کریپتون موجود در جو ناهید حداقل سه برابر کریپتون جو زمین است و مقدار گاز آرگن آن نیز هفتصد بار بیشتر از گاز کریپتون می‌باشد ، و هنگامی‌که نسبت میان گازهای آرگن و کریپتون زمین و بهرام را که ۳۰ به ۱ است ، با آن مقایسه می‌کنیم به نتیجه مطلوب نزدیک‌تر می‌شویم .

با توجه به اینکه مقدار گاز آرگن خورشید ۲۰۰۰ بار بیشتراز کریپتون آن است ، با این حقیقت که گازهای مزبور به احتمال زیاد از خورشید آمده‌اند ، روبرو می‌گردیم و مایه اولیه تشکیل دهندهٔ سیارات را به خورشید وابسته می‌دانیم . نتایج حاصل از سفر پایونیر ، این گمان را تا مرز یقین نیرو بخشیده است .

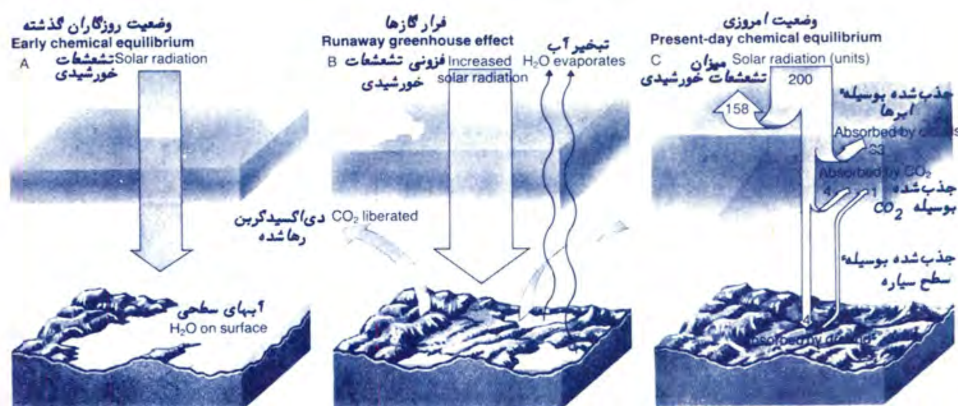
گاز دی اکسید کربن جو ناهید در مقایسه با جو زمین بسیار زیاد است و مقدار نیتروژن جو آن نیز بهمان سان از نیتروژن جو زمین بیشتر است و به‌میزانی معادل سه‌برابر نیتروژن جو زمین‌می‌رسد . از سوی دیگر ، نیتروژن جو بهرام بمراتب از آن هم کمتر است .

از جمله اسرار ناهید ، فرآیند شیمیائی مرموز و پیچیدهٔ ابرهای‌آن است . وجـود گازهائی مانند سولفیـد ئیدرژن H_2S سولفیـد کربونیـل *Cos* ،دی‌اکسید گوگرد *So2* و بخار آب H_2O در جو ناهید باعث گردیده تا قطراتی از اسید سولفوریک در هوای زهره پدید آید .

بررسی‌های انجام شده روی نسبت میان ئیدرژن سبک و ئیدرژن سنگین (دیوتریوم *Deuterium*) موجود در جو ناهید ما را با حقایقی در زمینه وضعیت آب در سیاره مزبور آشنا می‌سازد .



این‌نمودار وضعیت دمای روز و شب سیاره‌های ناهیدوزمین را در ارتفاعات مختلف‌نشان می‌دهد .



اثر گرمخانه
خورشید در روزهای آغازین حیات منظومه شمسی از دمای کمتری برخوردار بود و در مقایسه با امروز، انرژی حرارتی کمتری از خود گسیل می‌داشت.
A ــ در آن روزگار پاره‌ای از بخش‌های ناهید را آب فرا گرفته بود و تعادل لازم میان تبخیر و ریزش وجود داشت.
B ــ با فزونی‌گرفتن دمای خورشید، سطح ناهید بسرعت گرم شد و دی اکسید کربن فراوانی رها گردید و بتدریج بر ستبرا و تیرگی جو سیاره افزوده شد.
C ــ ضخامت و تیرگی جو تا حد زیادی از ورود تشعشعات خورشیدی جلوگیری کرد و مقداری از آن را به خارج منعکس نمود و بخشی از آن را به خود جذب کرد و فقط مقدار کمی را از خود عبور داد و سرانجام تعادل حرارتی مجددا" برقرار گردید.

نسبت میان گازهای مزبور در جو کنونی ناهید حدود یک به صد و شصت است، درحالیکه همین نسبت در زمین معادل یک به پانزده هزار می‌باشد. این وضعیت نشانگر آن است که ناهید آبهای خویش را که شاید روزگاری بصورت اقیانوس بوده‌اند، طی‌فرآیندهائی به ئیدرژن مبدل‌نموده و سپس در جو خود رها ساخته است.

احتمالا" در روزگاری که خورشید سردتر از امروز می‌بوده، ناهید نیز همانند زمین از اقیانوس هائی برخوردار بوده است. (شاید پژوهش‌های بعدی بستر اقیانوس ها و مجاری آب آن روزگار ناهید را آشکار سازد)، ولی هنگامیکه دمای‌خورشید به فزونی گرائید، اثر گرمخانه‌ای به‌تدریج در ناهید پدیدار شد و دمای سطحی را تا حد نقطه‌جوش فزونی بخشید و لاجرم آب اقیانوس ها را به جوش آورد و تبخیر نمود.

اثر گرمخانه‌ای در جو ناهید *The Greenhouse Effect*

آزمایش ها کلا" نشان می‌دهد که دمای سطح ناهید تقریبا" بطور یکنواخت حدود ۷۳۷ کلوین است. از سوی‌دیگرمی‌دانیم که‌بیشترین‌میزان گازهای متشکله جو زهره به دی اکسید کربن تعلق دارد. راستی این‌چنین اختلاف میان زمین و ناهید از چیست؟

گفتیم که مراحل تشکیل و رویش زمین و ناهید باهم شبیه‌است. از سوئی مقدار دی‌اکسید کربن موجود درجوناهید بامقدار دی‌اکسید کربن در سنگهای سطح زمین نیز کمابیش برابر است. از طرفی مدار گردش ناهید به دور خورشید نزدیک‌تر از مدار گردش زمین است و بالطبع دمای بیشتری از خورشید دریافت می‌دارد و نتیجتا" موجبات پیدایش اثر گرمخانه‌ای *Greenhouse Effect* را در زهره فراهم می سازد.

البته وجود گاز دی اکسید کربن در جو ناهید را نباید تنها پدید ــ آورندهٔ اثر گرمخانه‌ای بشمار آورد، بلکه‌گازمزبورفقط ۵۵ درصد دمای‌ناهید را موجب می‌گردد و از ۴۵ درصد باقیمانده، ۲۵ درصد به بخار آب موجود در جو ارتباط دارد، ۵ درصد به دی اکسید گوگرد و ۱۵ درصد بقیه به توده ابرهای انبوه ناهید وابسته است.

شرایطی که محیط ناهید را به چنین دوزخ مرگباری‌مبدل ساخته‌است، می‌تواند در آینده زمین نیز صدق نماید. طبیعی است، عدم رعایت نکات مربوط به بهداشت محیط زیست و آلایش آن از راه کاربرد هرچه بیشتر سوخت‌های سنگواره‌ای (ئیدروکربن‌ها) و دیگر مصنوعات تولید کننـده دی اکسید کربن (مانند اسپری‌ها)، روز به روز بر میزان گاز دی‌اکسیدکربن جو زمین خواهد افزود و موجبات پیدایش اثر گرمخانه‌ای را به‌مرور فراهم خواهد ساخت. بر ماست تا از بجای گذاردن مقدمات چنین میراث مرگباری سخت بپرهیزیم و این حقیقت را که زمین فقط به نسل حاضر تعلق ندارد، بپذیریم.

ترکیبات جو ناهید *Composition of the Atmosphere*

دی‌اکسید کربن	۹۷	درصد حجم
بخار آب حدود	۱×۱۰^{-۱}	درصد حجم
مونواکسید کربن	۵×۱۰^{-۳}	درصد حجم
ئیدرژن کلراید	۶×۱۰^{-۵}	درصد حجم
ئیدرژن فلوراید	۵×۱۰^{-۷}	درصد حجم

جریان‌های جوی‌ناهید *Circulation With in the Atmosphere*

بدون تردید یکی از شگفتی‌های جو ناهید سرعت چرخش ابرهای فوقانی آن است. ابرهای مزبور که ۴ روز یک بار به دور محور ناهید می‌چرخند وقتی با چرخش خود سیاره که هر ۲۴۳ روزیک‌بار انجام می‌شود، مقایسه گردد، از سرعت فوق‌العاده زیاد آنها حکایت می‌کند، وبدینسان سریع‌ترین چرخش سیارات منظومه‌خورشیدی را به‌لایه‌های‌فوقانی جو ناهید اختصاص می‌دهد.

چگونگی مکانیسم چرخش سریع ابرهای مزبور را احتمالا" بایستی از

جذب تمام انرژی خورشیدی بوسیله ابرهای فوقانی جو ناهید ، ناشی دانست. عکس های روشنی که ازسیاره ناهید گرفته شده ، جزئیات نسبتا" زیادی از چگونگی ساختار ابرهای ناهیدی را مشخص می‌سازند و پیچه‌ها Eddies و چرخه‌ها Cyclons و گردبادهای نسبتا" زیادی را در جو ناهید نشان می‌دهند .

پیچه‌های عظیم جو ناهید غالبا" به شکل حرف Y کشیده‌ای که همانند کمربندی گرداگرد سیاره را در بر گرفته است ، خودنمائی می‌کنند . وجود عارضه مزبور جریان نیرومند بادهائی را که از سوی خاور به باختر در وزیدن هستند ، بیان می‌دارد . سرعت بادهای مزبور درلایه‌های مختلف جو ناهید متفاوت است ومتناسب باارتفاع آنهاافزایش می‌یابد ،بطوری‌که درلایه‌های فوقانی به حدود ۱۰۰ متر در ثانیه و در ارتفاع ۵۰ کیلومتری به ۵۰ متر در ثانیه و سرانجام در سطح سیاره به چند متر در ثانیه می‌رسد .

از دیگر ویژگی‌های این بادها که از خاوربه‌باخترجریان دارند ،این است که در دو طرف خط نیمگان (استواء) و بصورت مارپیچ رو به قطب قرار گرفته‌اند .

نوع ابرهای ناهید
Cloud Types

ابرهای زهره که در ارتفاع ۷۰ کیلومتری سطح سیاره قرار دارند ،دارای رنگی مایل به زرد هستند و فاقد بخار آب می‌باشند و سطح آنها را قشر تیره‌ای از قطرات اسید سولفوریک پوشانیده است .

پیام‌هائی که از سفینه‌های ونرا ۱۱ و ۱۲ دریافت شده ، گویای آن است که در مدت زمانی کوتاه حداقل ۲۵ بار رعد و برق در ناهید به وقوع پیوسته و گوش زمینیان را با صدای توفانهای ناهید آشنا ساخته است ، اما منشاء آنها که گاه با فعالیت‌های آتشفشانی توأمند ، هنوز بدرستی روشن نیست .

عوارض سطح ناهید
Surface Features

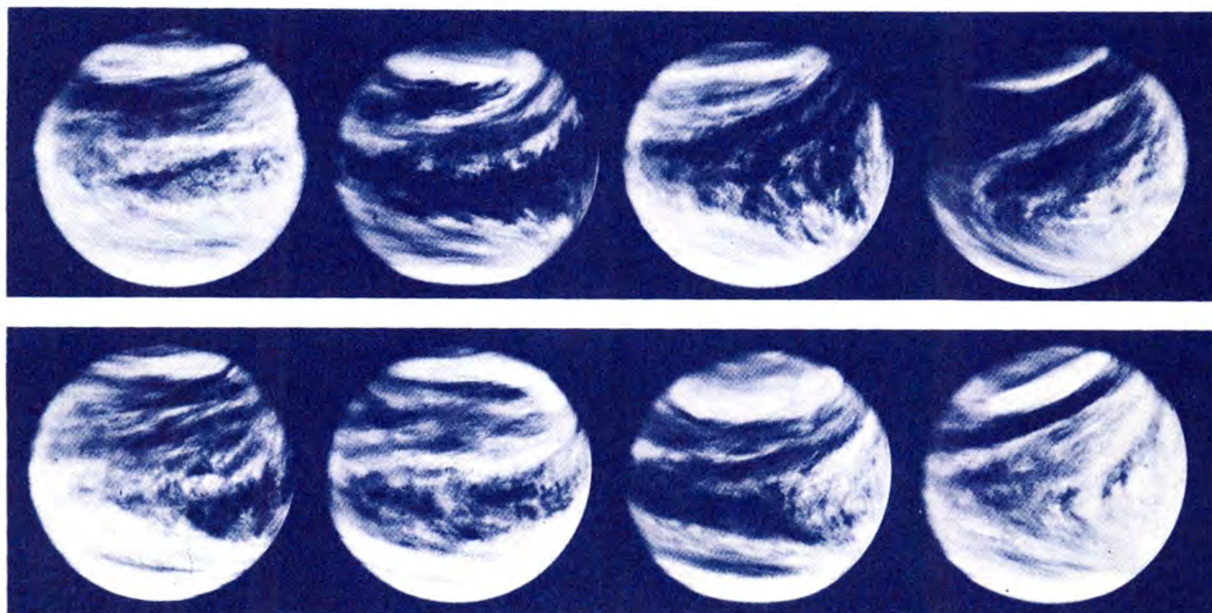
از سطح ناهید تا پیش از سال ۱۹۶۲ آگاهی روشنی نداشتیم . تا آن زمان گروهی از ناهید شناسان مانند اف . ال . ویپل و دی .اچ . منزل بر این گمان بودند که سطح زهره را آب فرا گرفته است . این پندار تا زمانی که عکسبرداری از سطح ناهید امکان‌پذیر نگردیده بود ، همچنان به قوت خود باقی بود . سفینه‌هائی چون پایونیر که در سال ۱۹۷۸ بوسیله ایالات متحده آمریکا به سوی ناهید روان گردید به حل این معما تا حدی نایل آمد و به‌کمک سیستم‌های مجهز به رادار از حدود ۸۰ درصد از سطح سیاره تا این تاریخ* نقشه‌برداری شد .

عمده‌ترین عارضه‌ای که در سطح زهره به چشم می‌خورد ، دشت ناهمواری است که حدود ۷۰ درصد سطح نقشه‌برداری شده را پوشانیده است ، بیست درصد از اراضی باقیمانده به گودال‌ها و مناطق پست اختصاص یافته و ده درصد دیگر به فلات‌هائی متعلق است که عمدتا" در دو منطقه یکی در نیمکره شمالی و دیگری در نیمکره جنوبی قرار گرفته‌اند .

بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که پوسته ناهید برخلاف زمین فقط از یک صفحهٔ تکتونیکی تشکیل یافته و سیاره از پوسته‌ای تقریبا" صاف و هموار برخوردار است .

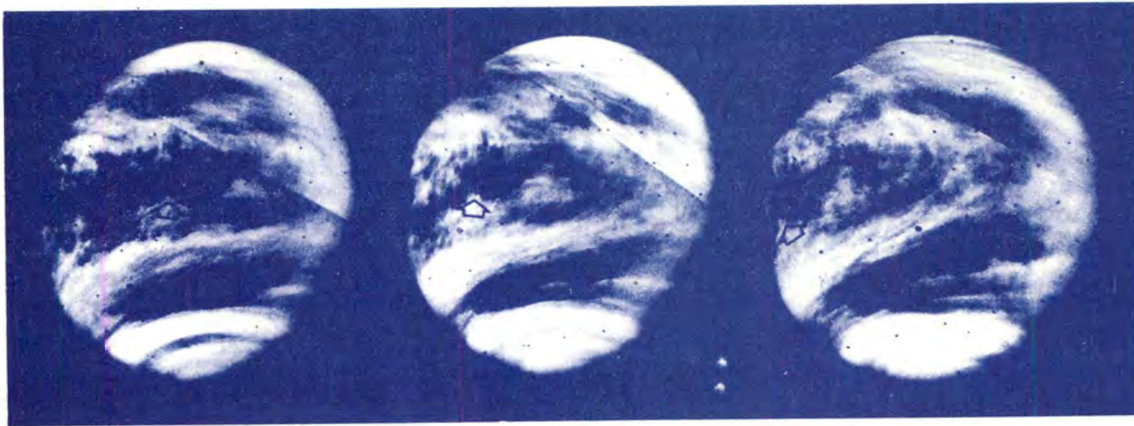
از آنجائی که ناهید از دریا و اقیانوس بی‌بهره است ، لذا سطحی به شعاع متوسط ۶۰۵۱/۲ کیلومتر را به عنوان سطح مبنای ارتفاعات برگزیده و پستی‌ها و بلندی‌های زهره را نسبت به آن می‌سنجند .

ناهید کرهٔ تقریبا" کاملی است وبرخلاف دیگرسیارات منظومه خورشیدی در پوستهٔ آن اثری از گود Crater های شهابی به چشم نمی‌خورد ، چگونگی این وضع را ظاهرا" بایستی به جو بسیار انبوه آن که شهابسنگ‌ها و شخانه‌ها را پیش از برخورد به سطح سیاره ذوب و نابود می‌سازد مربوط



در این تصاویر که بوسیله سفینه پایونیر و به شیوهٔ پرتو فرابنفش تهیه شده است ، سرعت جریان لایه‌های فوقانی جو ناهید را طی چهار روز پی در پی نشان می‌دهد . رأس Y در تصویر یکم و همچنین تصویر پنجم که چهار روز بعد برداشته شده بخوبی دیده می‌شود .

* ۱۹۸۴ ، تاریخ انتشار نسخهٔ اصلی کتاب . م



این عکس‌ها که بوسیله مارینر ۱۰ و به شیوه پرتو فرابنفش تهیه شده‌اند ، هرکدام به فاصله زمانی ۷ ساعت عکسبرداری گردیده‌اند . علامتهائی که با پیکان مشخص شده ، تغییر مکان ابرها را در این مدت کوتاه نمایان می‌سازند .

دانست و قاعدتاً" آن دسته از گودهای موجود در پوسته زهره را در ارتباط با فعالیت‌های آذرین بشمار آورد .

فلات‌ها و کوههای ناهید Plateau & Mountains

حدود ده‌درصد از اراضی نقشه‌برداری‌شده ناهید را فرابوم‌ها و فلات‌ــ های زهره در بر گرفته است . مهمترین فرابوم‌های ناهید فلات ایشتارترا Ishtar Terra و فلات آفرودیت‌ترا Aphrodite Terra است .

فلات ایشتارترا که در نیمکره شمالی قرار دارد از نظر وسعت تقریباً" با قاره استرالیا برابر است و ارتفاع میانگین آن به‌حدود ۳کیلومترمی‌رسد . در این‌فلات‌رشته‌کوههای‌چندی‌مانند ماکسول مونت Maxwell Montes وجود دارد که ارتفاع متوسط آن به‌حدود ۱۱ کیلومتر بالغ می‌گردد .

فرابوم دیگر فلات آفرودیت‌ترا نام دارد کـه با ابعادی حـدود ۹۷۰۰×۳۲۰۰ کیلومتر تقریباً" با قاره آفریقا برابری می‌کند . در این فلات که تقریباً" بموازات استوای ناهید قرارگرفته‌است ، رشته‌کوههائی به ارتفاع ۷ کیلومتر به چشم می‌خورد که از ستیغ‌های خشن‌و‌شکسته‌تشکیل یافته‌اند .

علاوه‌برفلات‌های‌بالا ، فرابوم‌دیگری بنام بتارژیو Beta Regio نیز در ناهید وجود دارد که از دو سپر آتشفشانی فعال پدید آمده است .

بررسی‌های اخیر نشان می‌دهد که پوسته ناهید از سنگهای بسیار خشک و غیر قابل انعطاف تشکیل یافته است .

بلندی‌ها و دره‌های ناهید Highlands & Valleys

پست‌ترین مناطق ناهید دره‌نشستی دیانا چسما Diana Chasma است که در فلات آفرودیت قرار گرفته است . ژرفای این دره که عرض آن به ۲۸۰ کیلومتر می‌رسد ، حدود ۲ــ کیلومتر است و نسبت به اراضی پیرامون خود حدود ۴ کیلومتر گودتر است .

سافو Sappho

جالب‌ترین عارضه پوسته ناهید سافو نام دارد که قطر آن به بیش از ۲۰۰ کیلومتر می‌رسد . این عارضه در مرکز یک‌سری خطوط شعاعی که‌احتمالاً" مسیر جریان مواد گداخته می‌باشند ، قرار گرفته است .

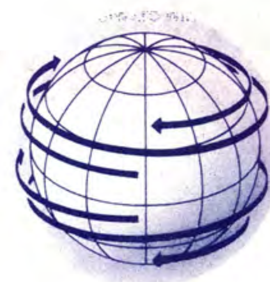
بطورکلی‌اطلاعات‌کنونی‌ماازسطح‌ناهید ، بوسیله‌ناهیدنشین‌های‌اتحاد جماهیر شوروی یا ونرا Venera و سفینه پایونیر ایالات متحده امریکا به دست آمده است .

ناهیدنشین‌های ونرای ۹ و ۱۰ که با موفقیت در سطح ناهید فرود آمدند ، در ژوئن سال ۱۹۷۵ به فضا پرتاب گردیدند و دراکتبر همان سال به زهره رسیدند . باوجودی‌که ناهیدنشین‌های مزبور فقط حدود یک ساعت پس از فرود کار کردند ، ولی در همین مدت کوتاه عکس های جالبی را از سطح سیاره به زمین مخابره نمودند .

نمونه‌برداری‌هائی که به‌وسیله ونرا ۱۰ به عمل آمده نشان داد که سنگهای محل فرود غالباً" از پتاسیم ، توریم واورانیم تشکیل یافته‌وسرعت باد سطحی به ۴۰ تا ۷۰ سانتیمتر در ثانیه (۱/۵ کیلومتر تا ۲/۵ کیلومتر در ساعت) می‌رسد و سرعت باد در محل فرود ونرای ۹ که حدود ۲۰۰۰ کیلومتر از فرودگاه ونرا ۱۰ فاصله داشت به ۸۰ تا ۱۳۰ سانتیمتر در ثانیه (۳ تا ۴/۷ کیلومتر در ساعت) بالغ می‌گردید .

ونراهای ۱۳ و ۱۴ ضمن عکس های رنگینی که از سطح ناهید مخابره نمودند ، گوشه‌هائی از آسمان نارنجی روشن سیاره‌را نیز به‌نمایش‌گذاردند . ونرا ۱۴ در محلی به‌فاصله حدود ۹۰۰ کیلومتری ونرا ۱۳ که ازخاکهای‌نرم توأم با سنگهای‌مضرس‌رنگین تشکیل یافته بود ، فرودآمد . آزمایش‌نمونه ــ های فرودگاه ونرا ۱۳ نسبت بالای پتاسیم خاکهای آن را نشان می‌داد و نمونه‌های فرودگاه ونرا ۱۴ از سنگهای بازالتی حکایت می‌کرد و همانندی آنها را با سیاهسنگ‌های بستر دریاها و اقیانوس های زمین‌ثابت‌می‌نمود .

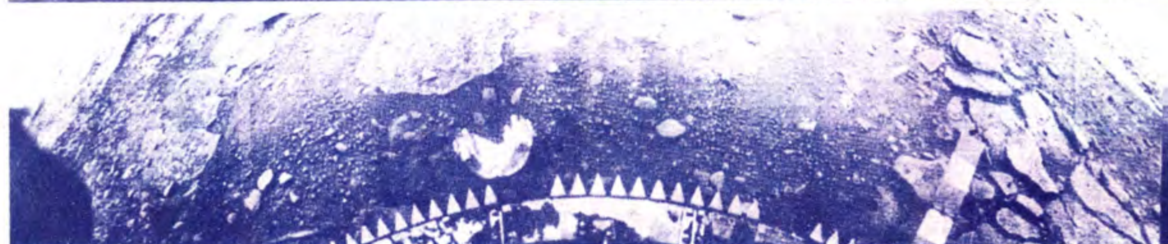
سفینه پایونیر مادر که در ۸ اوت ۱۹۷۸ از سوی‌آمریکا به ناهید روان گردیده بود ، پس از ورود به جو زهره‌از کار افتاد ولی اطلاعات حاصل از گمانه‌های کوچکی که از آن رها شده و به سطح ناهید نشسته بودند ، نتایج ناهید نشین‌های اتحاد جماهیر شوروی را تائید می‌کرد .



بادهای ناهید ـ ناهید دارای چرخش بسیار آرام و کندی است. اما سرعت بادهای آن که به‌شکل مارپیچ رو به قطب جریان دارند، در سطح ناهید حدود ۴ کیلومتر در ساعت و در لایه‌های فوقانی به‌حدود ۳۶۰ کیلومتر در ساعت بالغ می‌گردد.

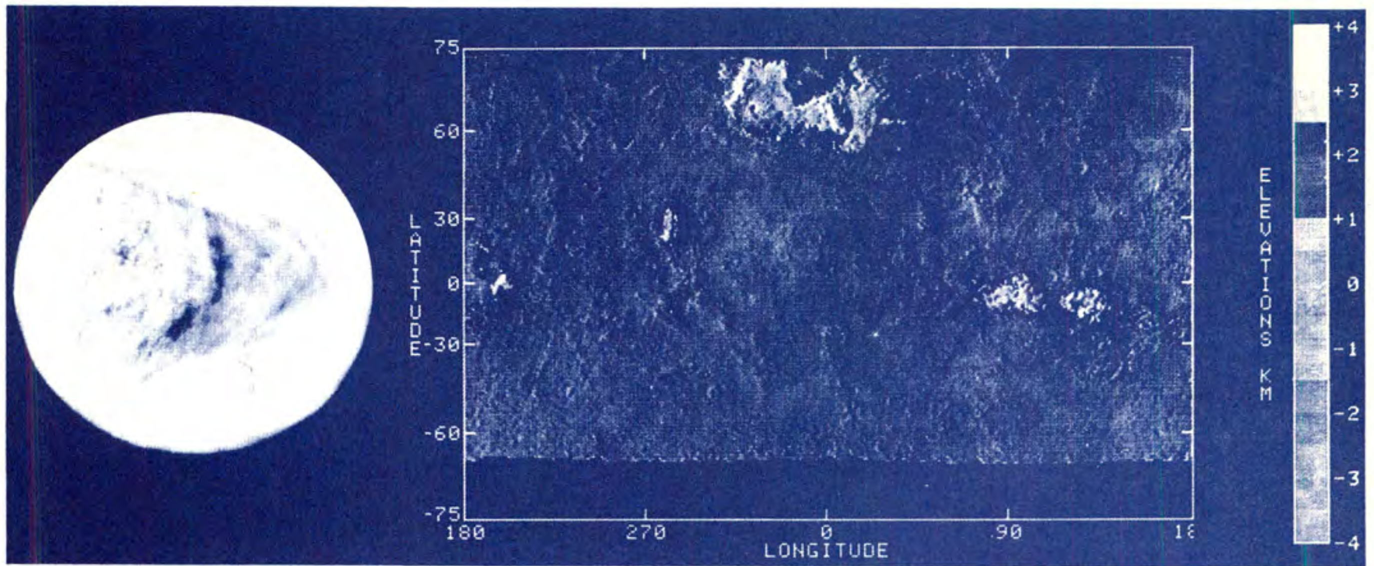
عکس‌هائی از محل فرود سفینه‌های ونرا ۱۳ و ۱۴

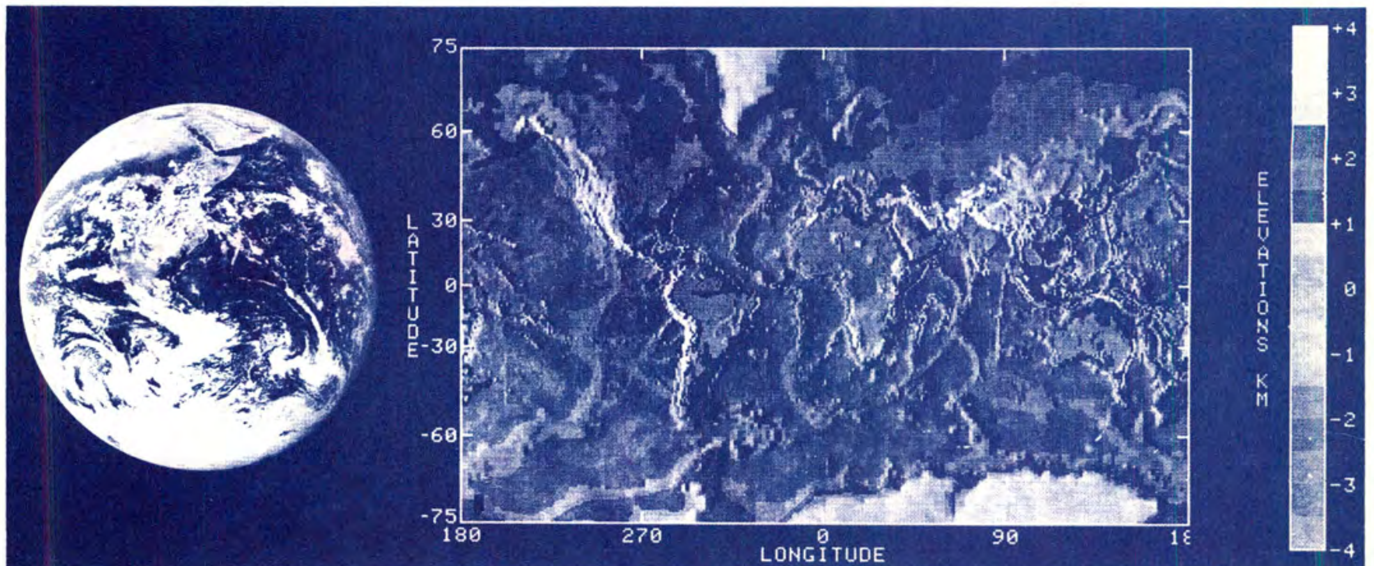


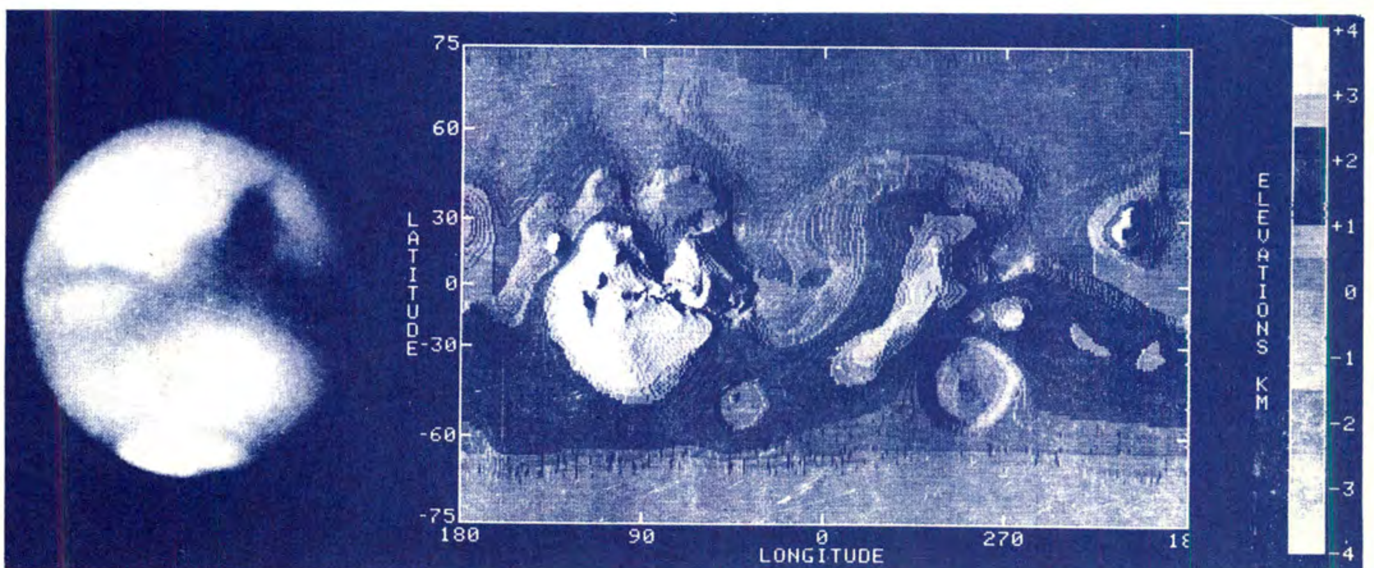




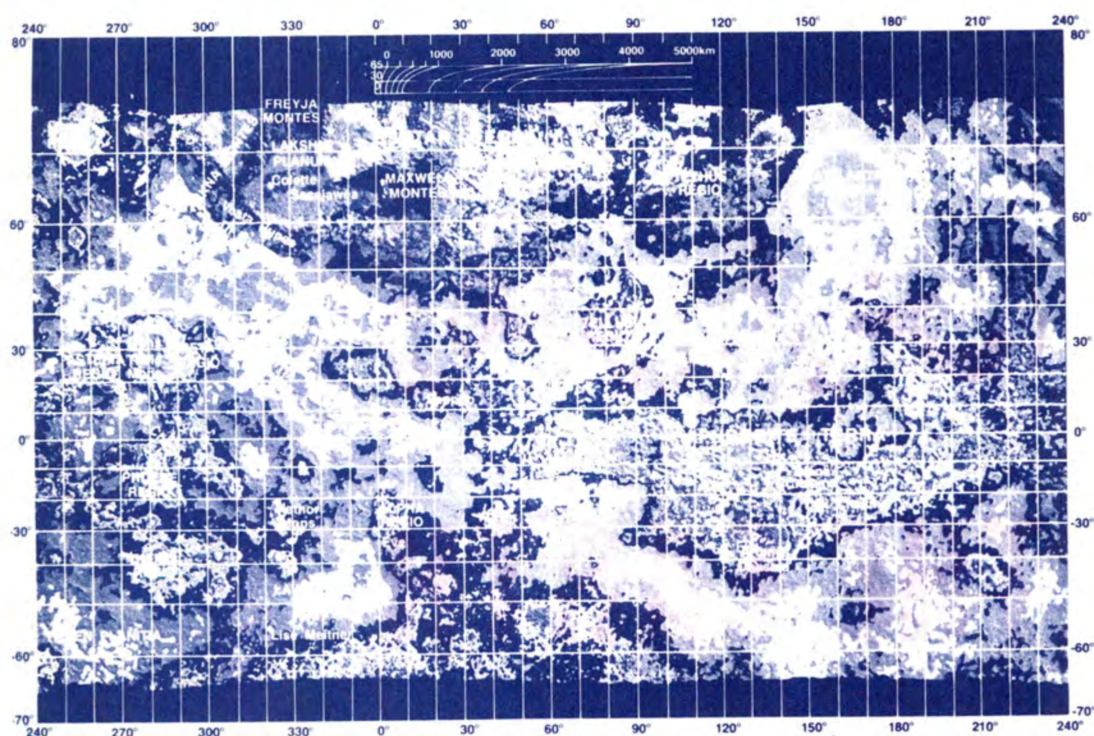




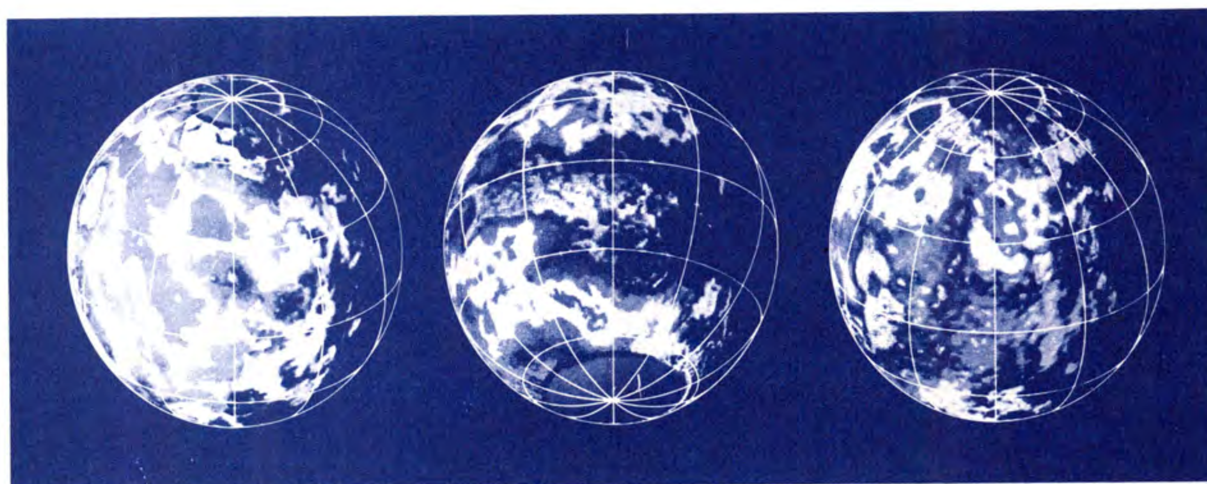




از بالا به ترتیب، ناهید، زمین، بهرام.



نقشه توپوگرافی ناهید که به‌کمک سفینه‌پایونیر تهیه گردیده است.



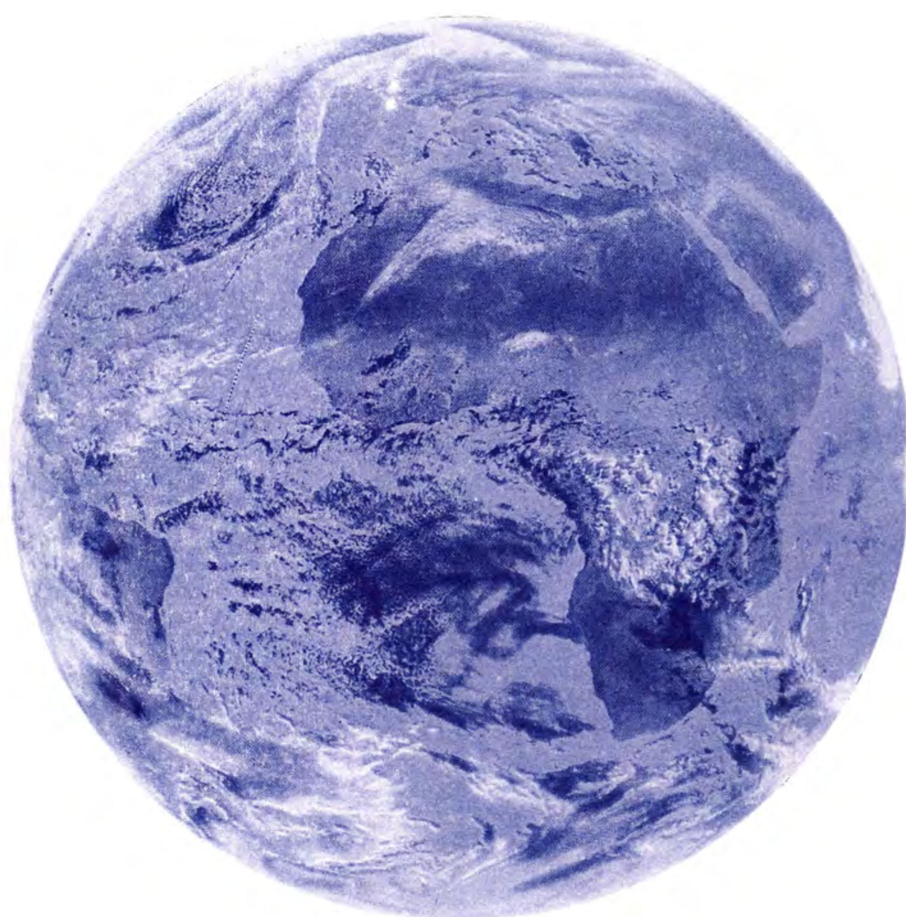
این تصاویر موقعیت عوارض سطح ناهید را به کمک مدارها و نصف‌النهارها نمایش می‌دهند.



بخشی از سطح ناهید آن‌چنانکه از دیدگاه ونرا ۱۴ دیده می‌شود.

زمین (ارض)

THE EARTH



ویژگی‌های زمین

CHARACTERISTICS OF EARTH

زمین که بدرستی باید آن را یک سیاره دوتائی *Binary Planet* بشمار آورد ، سومین سیاره از منظومه خورشیدی است . زمین با قمر خویش یعنی کره ماه *Moon* جفت تقریبا" بهم پیوسته‌ای هستند که نمونه آن را جز در سیاره پلوتو و قمر آن یعنی کارون درهیچیک از اعضاء خانواده خورشیدی نمی‌توان یافت .

قطر کره ماه حدود $\frac{۱}{۴}$ قطر کره زمین و جرم آن حدود $\frac{۱}{۸۰}$ جرم زمین است . حال آن که نسبت میان اقمار دیگر سیارات منظومه خورشیدی و مادر آنها از رقم $\frac{۱}{۱۰۰۰}$ تجاوز نمی‌کند .

زمین روی مداری به‌فاصله متوسط ۱۴۹،۵۹۷،۹۰۰ کیلومتر (که به‌آن یک واحد نجومی گفته می‌شود) به‌گرد خورشید درگردش است . مقدار خروج از مرکز *Eccentricity* مدار زمین‌حدود ۰/۰۱۷ است و به‌همین‌دلیل فاصله زمین تا خورشید در حدی میان ۱۴۷،۰۰۰،۰۰۰ کیلومتر (در نقطه پری هلیون یا حضیض) و ۱۵۲ میلیون کیلومتر (در نقطه افلیون یا اوج) در تغییر است . یک دور گردش کامل زمین به گرد خورشید ۳۶۵/۲۵۶ روز به درازا می‌کشد و زمان چرخش محوری آن ۲۳ ساعت و ۵۶ دقیقه‌و ۴ ثانیه است .

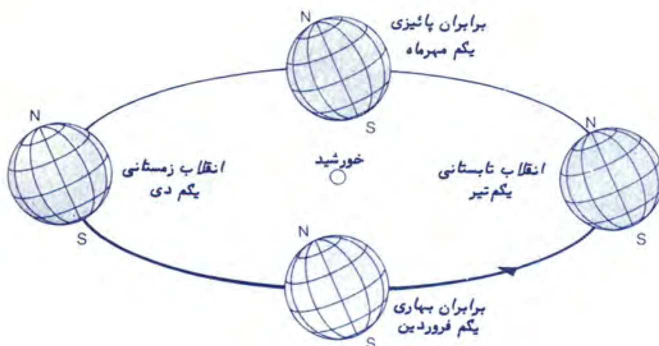
زمین بزرگ‌ترین سیاره از گروه سیارات درونی منظومه خورشیدی‌است و قطر استوائی آن به ۱۲۷۵۶ کیلومتر (حدود $\frac{۱}{۱۰}$ قطربرجیس‌یا مشتری یعنی بزرگ‌ترین سیاره منظومه خورشیدی) بالغ می‌گردد .

مقدار پختی یا فشردگی قطبین *Ellipticity* زمین ۰/۰۰۳ است که از نظر علمی قابل ملاحظه و از نظر عمومی قابل چشم‌پوشی است . سیاره زمین را صرفنظر از بلندی‌ها و پستی‌های آن می‌توان کره‌نسبتا"صاف و همواری محسوب داشت . اگر قطر کره زمین را برابر یک متر فرض کنیم ، ناهمواری‌های آن حتی در بدترین شرایط(مانند بلند ترین کوهها و پست‌ترین گودال‌ها) از ± ۱ میلی‌متر تجاوز نمی‌کند .

میهن‌خاکی ما باچگالی *Specific Gravity* ۵/۵۱۷ متراکم‌ترین و چگال‌ترین سیاره منظومه خورشیدی است .

زمین از دیدگاه فضائی با ترکیبی از رنگهای آبی و قهوه‌ای و سبز که در هالهٔ سفیدرنگ متغیری پوشیده شده ، جلوه‌گر می‌شود . سطح زمین از آب و خشکی تشکیل یافته و گاز پوشه‌ای بنام جو آن را در بر گرفته است . اقیانوس ها و دریاها $\frac{۲}{۳}$ سطح زمین را فرا گرفته‌اند و $\frac{۱}{۳}$ دیگر که بالاتر از سطح آب است و از مواد سنگی و خاک و غبار تشکیل شده ، به خشکی‌ها اختصاص یافته است .

در زمین دو کلاهک قطبی *Polar Caps* یکی در شمال و یکی در



فصل‌های زمین ــ فصل‌های چهارگانه زمین به‌دلیل تمایل محور چرخش زمین نسبت به قائم بر سطح مدار آن که حدود ۲۳/۵ درجه است ، پدید می‌آیند . هنگامیکه نیمکره شمالی رو به خورشید می‌کند ، تابستان آن است و زمانیکه از خورشید دور می‌گردد ، زمستان آن می‌باشد . فقط دوبار در سال که یکی هنگام برابران بهاری *Vernal Equinox* و دیگری زمان برابران پائیزی *Autumnal Equinox* است ، خورشید بر نیمگان *Equator* زمین عمود می‌تابد .

جنوب وجود دارد که اندازه آنها متناسب با فصل در تغییر است .

پوستهٔ زمین *Earth's Crust*

پوسته زمین تحت تأثیر عامل فرسایش که از شرایط جوی حاکم برکره خاکی ما نشأت می‌گیرد ، همواره درحال دگرگونی و تعدیل است . ازواکنش سنگها در برابر عوامل شیمیائی و فیزیکی ، آوارها *Debris* پدید می‌آیند که همراه آب از سوئی به‌سوی دیگر نقل مکان یافته و سرانجام در نواحی پست مانند اعماق اقیانوس ها و گودال‌ها انباشته می‌گردند و عارضه‌ای را بنام چینه‌های رسوبی پدید می‌آورند . پوسته‌زمین درنتیجه فرسایش همواره رو به پستی رفته و از ارتفاع آن کاسته می‌شود . برابر محاسباتی که انجام شده ، فرسایش بطور متوسط با روندی معادل ۸/۶ سانتیمتر در هر ۱۰،۰۰۰ سال از ارتفاع پوسته زمین می‌کاهد (البته مقدار این روند برحسب موقعیت جغرافیائی و شرایط اقلیمی متغیر است) و مواد جاکن شده را که همان آوارها هستند بدست باد و آب می‌سپارد تا در بستر دریاها رسوب کنند و بعدها تحت تأثیر عامل تراکم به سنگهای رسوبی *Sedimentary Rocks* مبدل شوند . سنگهای آذرین *Igneous Rocks* نیز پا بپای این‌ماجرا از سخت شدن تفتال *Magma* ها و مواد گداخته جائی برای خود می‌یابند و سنگهای دگرگون *Metamorphic Rocks* هم که تحت تأثیر فشار و دما پدید می‌آیند ، در میان سنگهای پوسته زمین جای دارند .

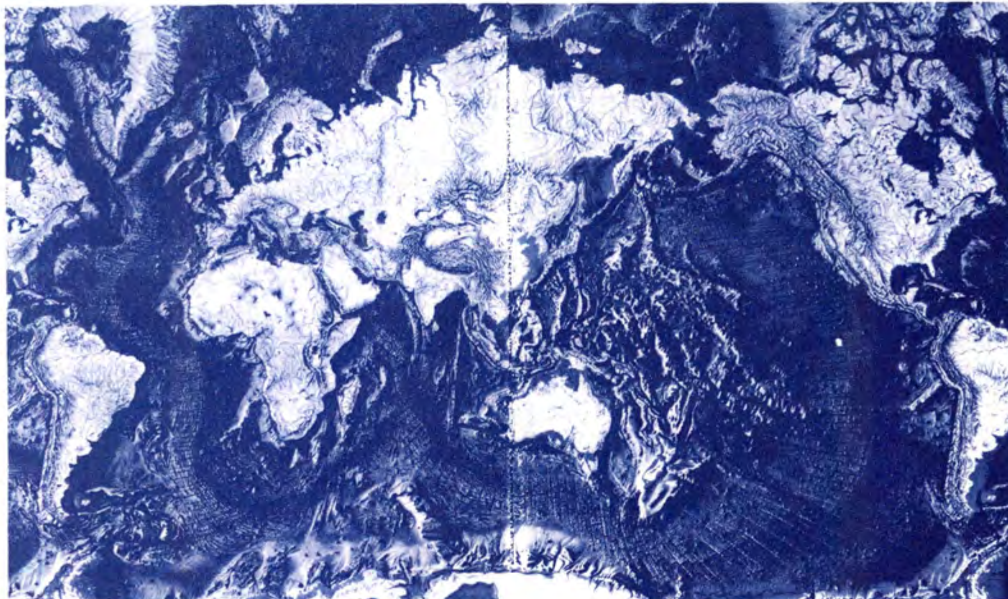
حیات زمینی و منشاء آن *Origins of Life*

تا جائی که دانش و امکانات امروزی اجازه داده است ، موهبت حیات درمنظومه‌خورشیدی فقط به زمین ارزانی گردیده و کره خاکی ما از این‌بابت



مقایسه ابعاد زمین و ناهید و ماه
زمین و ناهید هرکدام به تنهائی حدود چهار بار بزرگتر از کره ماه می‌باشند .

سطح زمین
پستی‌ها و بلندی‌های زمین موجب پیدایش اقیانوس‌ها و خشکی‌ها گردیده است . پوسته زمین مرکب از تعداد صفحاتی است که قاره‌ها بر آن سوارند . خط‌الراس رشته کوههای زیردریائی و گودال‌های کف اقیانوس‌ها که درزهای صفحات مزبور را تشکیل می‌دهند ، در حقیقت زایشگاه پوسته زمین هستند .



در نخستین ردیف انحصاری جای گرفته است ، به همین مناسبت شایسته است تا کمی‌هم درباره منشاء حیات زمینی بیندیشیم و از رموز این نعمت انحصاری تا حد ممکن آگاه شویم .

در زمینه پیدایش و منشاء حیات زمینی نظر کلی بر آن است که ، اقیانوس‌های اولیه زمین همانند یک سوپ Soup که محیط مساعدی برای رویش و نمو حیات محسوب می‌گردد عمل کرده و حیات آغازین را در دامان خویش پرورش داده‌وپس ازطی‌مراحلی آن‌رابه‌دیگرجاهای‌زمین پراکنده‌است. در تأئید این نظریه می‌توان پذیرفت که خورشید آغازین از امروز به مراتب سردتر بوده و درخشندگی و گرمای آن به آرامی فزونی گرفته و سطح زمین‌را تا حدی که شرایط‌مساعد برای تئوری سوپ حیات از هر نظر فراهم شودگرم کرده است .

در کنار این پندار ،گروه دیگری قرار دارند که به‌انتقال‌حیات‌ازفضای خارج معتقد بوده و شهابسنگ‌ها یا سنگهای آسمانی را عاملین‌انتقال‌حیات از فضای خارج محسوب می‌دارند .

شناسنامه زمین — Physical Data

قطر	۱۲۰۷۵۶	کیلومتر
پختی یا فشردگی قطبین	۰/۰۰۳۴	
جرم	$۵/۹۷۴۲\times۱۰^{۲۴}$	کیلوگرم
حجم	$۱/۰۸۴\times۱۰^{۱۲}$	کیلومتر مکعب
تراکم ،بر مبنای آب برابر ۱	۵/۵۲	
ثقل سطحی	۹/۷۸	متر بر مجذور ثانیه
سرعت گریز	۱۱/۱۸	کیلومتر در ثانیه
سرعت چرخش	۲۳/۹۳۴۵	ساعت
تمایل محور چرخش	۲۳/۴۴	درجه
نسبت بازتاب	۰/۲۹	

Ma میلیون سال
570 پیدایش جانوران Animals evolve
1,000
نخستین دوره یخبندان First glacial period
2,000 پیدایش جلبک سبز Green algae evolve
3,000 نخستین سلول حیاتی First living cells
اقیانوس‌های زمین Oceans
آب First water
Atmosphere جو
4,000 Solid crust پوستهٔ جامد
Meteorite craters بمباران شهابی
4,600 سطح نیمه گداخته Semi molten surface

دوره چهارم
Ma میلیون سال
Quaternary Neogene نوزاد — Man انسان
دیرین‌زاد Palaeogene — پستانداران Mammals
آهکین (کرتاسه) Cretaceous — 100
پرندگان Birds
Dinosaurs داینا سورها
ژوراسیک Jurassic
200 Triassic تریاسیک
پرمین Permian — خزندگان شبه پستاندار Mammal-like reptiles
دوزیستیان نخستین Early amphibian animals
300 زغالینه Carboniferous (کربونیفر) — مخروطیان Coniferates
سرخس‌ها Ferns
دونین Devonian — Fish ماهیان
Early land plants گیاهان نخستین
400 Silurian سیلورین
اوردوویسین Ordovician
500 — جانوران سخت‌تنه Hard skeleton animals
کمبرین Cambrian

تاریخچه پیدایش و تکامل زمین
زمان آفرینش و پیدایش زمین به حدود ۴۶۰۰ میلیون سال پیش بازمی‌گردد . جدول‌بالا علاوه‌بر ادوار زمین‌شناسی ،کلیه رویدادهای مهم تاریخ زمین را نیز نشان می‌دهد .

زمین‌وزمینشناسی

GEOLOGY

زمین از یک دیدگاه فضائی ، مجموعه‌ای است از خشکی‌ها واقیانوس‌ها که در توده‌ای از ابر (که نشانگر جو آن است) پوشیده شده . در تصاویر فضائی زمین ، جزئیاتی مانند رشته کوههای عظیم ، دشت‌ها و کویرهای پهناور ، رودخانه‌های بزرگ و همچنین مناطقی بنام کلاهک‌های قطبی ، بخوبی آشکار است .

امروزه با تکیه بر دانش نوین به ناشناخته‌های بسیاری دست یافته‌ایم و با درنوردیدن گوشه‌های تاریک ، با اسرار فراوانی آشناشده‌ایم و در دانش شناخت زمین آنچنان پیش رفته‌ایم که حتی دانسته‌های قرن گذشته را جز پندارهائی خام و ساده بیش نمی‌دانیم . اندیشه کارشناسان ژئوفیزیک به یاری تکنولوژی نوین تا نزدیک دروازه‌های پیروزی پیش رفته وگشودن آن را در آینده‌ای بس نزدیک نوید می‌دهد .

امروزه از وجود رشته کوههای زیردریائی بخوبی آگاه هستیم ودرزمینهٔ دمای درونی و همچنین نیروی دینامیکی زمین به حقایقی پیش بینی نشده دست یافته‌ایم و بدون تردید می‌دانیم که :

بستر اقیانوس ها که حدود هفتاد درصد سطح کره زمین را اشغال کرده‌اند بوسیله لایه نازکی از سنگهای رسوبی پوشیده شده و در زیرآن قشری ازسنگهای آذرین‌کاملا" متراکم بنام بازالت *Basalt* یا سیاهسنگ قرار گرفته است . تاریخگذاری رادیومتری نشان می‌دهد که عمر پوسته اقیانوسی زمین از ۲۰۰ میلیون سال‌کمتر است . خشکی‌های زمین که در مقایسه با پهنه آب‌ها از وسعت کمتری برخوردارند و شکستگی‌های ژرف و چین‌خوردگی‌ها و کوههای عظیمی را جلوه‌گر می‌سازند ، بوسیله‌لایه‌ای بنام پوسته قاره‌ای حمایت می‌گردند . این پوسته که از سنگهای آذرین ودگرگون تشکیل یافته و درمقایسه با پوسته اقیانوسی از تراکم کمتری‌برخورداراست ، همراه با پوسته اقیانوسی کلا" پوسته زمین را تشکیل می‌دهند .

پوسته زمین با بخش زبرین لایه دیگری که گوشته *Mantle* نام دارد ، توأما" قشری را بنام سنگکره یا لیتوسفر *Lithosphere* پدید می‌آورند . سنگکره ، لایه‌ای است سخت و استوار که ستبرای آن به ۷۰ تا ۱۰۰ کیلومتر می‌رسد و روی قشر نیمه‌گداخته گوشته فوقانی که به‌آن سست کره (یا نرم‌لایه) گفته می‌شود تقریبا" به حالت شناور *Asthenosphere* قرار گرفته است .

گسترش بستر اقیانوس ها

Expantion of the Ocean's Crust

از کف اقیانوس‌ها کوههای زیر دریائی نسبتا" بلند و طویلی سر برافزاشته است که رشته کوههای میان اقیانوس اطلــس یا میداتلنتیک *Mid Atlantic* یکی از نمونه‌های کاملا" مشخص آن بشمار می‌رود .

رشتهٔ‌مید اتلنتیک همانند خطی که از شمال به‌جنوب کشیده شده ، اقیانوس اطلس را به دونیمه تقسیم‌می‌کند . جزیره ایسلند ظاهرا" در انتهای شمالی آن واقع‌است و دنباله جنوبی آن از سوی خاور به‌رشته کوههای زیر دریائی اقیانوس هند می‌پیوندد . این رشته از نظر آتشفشانی و زمین لرزه بسیار فعال‌بوده و با تراوش مواد گداخته از دهانه‌های‌خروجی خویش‌که درامتداد خط‌الراس‌های‌آن قراردارند ، همواره‌گدازه‌های‌سیاهسنگی به‌پوسته‌اقیانوسی می‌افزاید . پوسته‌جدیدطی‌فرایندی‌که‌گسترش بستراقیانوس‌ها نام‌دارد به دو سوی‌خط‌الراس‌رشته‌کوهها‌روان‌می‌شودوبدینسان‌سالانه‌میان ۱ تا ۱۰ سانتیمتر به پهنای پوسته اقیانوسی افزوده می‌گردد . از آنجائی که مساحت پوستهٔ زمین قاعدتا" ثابت می‌باشد ، از این رو بایستی پوسته‌های قدیم در محل دیگری رو به زوال رود تا تعادل لازم برای پایداری مساحت پوسته زمین برقرار گردد . در حاشیه اقیانوس های‌عمدهٔ زمین به ویژه اقیانوس‌آرام ، پوسته‌های قدیمی به‌زیر پوسته قاره‌ای می‌لغزند و به درون گوشته زمین فرو می‌روند . در اصطلاح زمین شناســی سطوح لغـزان سنگکـره یا لیتوسفر *Lithosphere* راصفحه‌های‌تکتونیک *Tectonic Plates* می‌نامند . سطح زمین کلا" از پانزده صفحهٔ تکتونیک تشکیل یافته است .

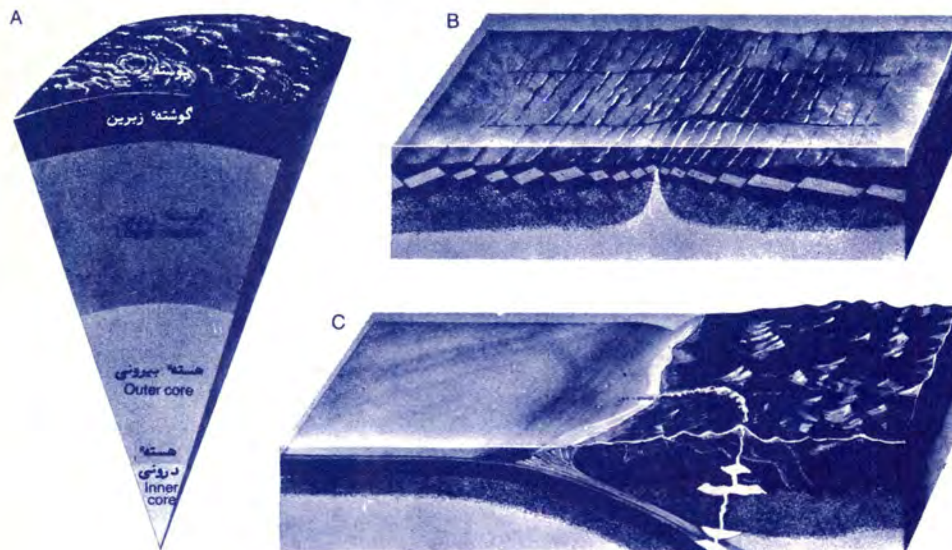
قسمتی از درز صفحات تکتونیک که دو صفحهٔ مجاور بهم برخوردکرده و یکی به زیر دیگری فرو می‌رود ، محل فرولغزی نام دارد . طی این برخورد معمولا" لبهٔ صفحهٔ متحرک و نازکتر ، درهم پیچیده‌وخرد می‌شود و تغییر شکل می‌یابد . و گاه تا ژرفای ۱۰۰ الی ۳۰۰ کیلومتر به زیر فرو می‌لغزد و درمجاورت مواد گداخته‌ذوب‌می‌گردد . ازآنجائی‌که موادصفحات فرورونده درمقایسه با مواد گوشته زمین ازتراکم کمتری‌برخوردارند ، لذا پوسته‌گداخته شده طبیعتا" رو به‌بالا صعود می‌کندو از شکاف‌های بستر اقیانوس بصورت تفتال به خارج می‌تراود . گدازه‌های مزبور با مواد رسوبی صفحه فرورونده درهم‌می‌آمیزند و رشته‌جزایری را درلبه صفحهٔ غالب که روی صفحهٔ مغلوب و فرورونده قرارگرفته‌است ، پدیدمی‌آورند ، به همین‌مناسبت لبه قاره‌هائی که‌ازصفحات‌غالب‌تشکیل‌یافته‌اند ، غالبا" ازچینکوه *Fold Mountain* های‌مرتفعی مانندرشته کوههای آندز واقع درحاشیه باختری‌آمریکای‌جنوبی تشکیل یافته است .

بر اثر برخورد و اصطکاک حاصل از حرکت صفحه‌های تکتونیـک ، پدیده‌ای بنام زمین لرزه تولید می‌گردد ، به همین‌جهت‌وقوع زمین‌لرزه‌در امتداد رشته‌های گسترنده بستر اقیانوس ها و به‌ویژه‌محل فرولغزی‌صفحات ، امری کاملا" طبیعی و عادی است .

تکتونیک صفحه‌ای

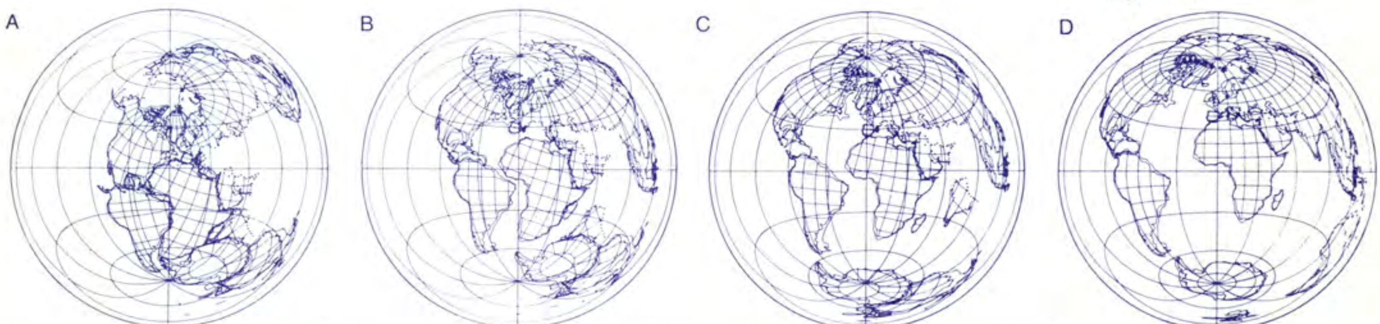
Plate Tectonic

آن قسمت از دانش زمین شناسی که درباره حرکت صفحه‌های سنگکره یا لیتوسفر و پیدایش چینکوه‌های زمین گفتگو می‌کند تکتونیک صفحه‌ای نام دارد . به‌موجب علم تکتونیک صفحه‌ای‌که در ۵۰ سال اخیرجای بس والائی برای خویش باز کرده است ، چینکوه‌های زمین در نتیجه فعالیت صفحات متحرک و در محل‌هائی که رسوبات بشدت انباشته‌گردیده (درپاره‌ای‌جاها ضخامت رسوبات به ۲۰ کیلومتر می‌رسد) و نیز سنگهای‌آذرینی‌که‌طی‌صدها میلیون‌سال روی هم توده‌شده‌اند ، پدید می‌آیند . انبوهش ، دفن‌رسوبات ، آماسش یا تورم‌وتغییرشکل یافتن و بالاخره‌فرسایش را در اصطلاح تکتونیک



ساختمان زمین ــ زمین از سه لایه متمایز و عمده تشکیل یافته است . پوسته ، گوشته و هسته یا توده مرکزی (*A*) پوسته زمین را می‌توان به‌دو قشر قاره‌ای و اقیانوسی تقسیم نمود . پوسته قاره‌ای عمدتاً از سنگ خارا یا گرانیت تشکیل یافته و سرشار از سیلیکون و آلومینیوم است و سیال *SIAL* نام دارد . پوسته اقیانوسی بیشتر از سیاهسنگ یا بازالت سرشار از سیلیکون و منیزیوم درست شده و به آن سیما *SIMA* می‌گویند . گوشته زمین ترکیبی است از منیزیوم و سیلیکاتهای آهن و بالاخره هسته یا توده مرکزی زمین هم از نیکل و اکسیدهای آهن مذاب تشکیل یافته است .
پوسته جدید اقیانوسی در خط الرأس رشته کوههای زیر دریائی تولید می‌گردد (*B*) و پوسته قدیم در فرولغزشگاهها (*C*) به اعماق زمین بازمی‌گردد .

رانه قاره‌ای
قاره‌های امروزی زمین بر اثر پاره شدن و تجزیه ابر قاره‌ای بنام پانژه‌آ پدید آمده و به ترتیب زیر تکامل یافته‌اند :
A ــ ۲۲۰ میلیون سال پیش (اوایل تریاسیک) .
B ــ ۱۰۰ میلیون سال پیش (اواسط کرتاسه) .
C ــ ۶۰ میلیون سال پیش (سنوزوئیک) .
D ــ امروز .



صفحه‌ای ، رویهمرفته‌ای سیکل کوهزائی *Orogenic Cycle* **می‌نامند . رشته کوههای آلپ و هیمالیا که محصولی ازهمین اعمال می‌باشند ، طی ۱۲۰ میلیون سال بشدت دگرگون شده و درمدتی معادل ۲۵ میلیون سال به‌سرعت متورم گردیده و به‌صورت کوه سربرافراشته‌اند .**

مطالعاتی که به‌کمک شیوه‌های تاریخگذاری ایزوتوپی یا رادیومتری *Radiometric Dating* **در زمینه چگونگی پیدایش و فرگشت** *Evolution* **قاره‌ها بعمل آمده ، نشان می‌دهد که قاره‌های امروزی زمین در روزگار آغازین بهم‌پیوسته‌بوده و ابرقاره** *Super Continent* **عظیمی را بنام پانژه‌آ** *Pangaea* **تشکیل می‌داده‌اند . ابرقاره مزبور طی روزگاران بعد به مرور تجزیه‌گردیده و به پاره‌های کوچکتری که نیاکان قاره‌های امروزی جهانند ، تقسیم شده است .**

نیاکان قاره‌های امروزی زمین طی میلیون‌ها سال دست‌خوش عملیات کوهزائی‌گردیده و سرانجام به رشد و تکامل کنونی دست یافته‌اند . چگونگی تحولات و جابجائی قاره‌های امروزی طی ۲۰۰ میلیون سال اخیر به‌درستی شناسائی شده و بخوبی روشن گردیده است که ، پاره‌ای خشکی‌ها مانند آفریقای‌شمالی و اروپای‌جنوبی که امروزه این‌چنین به‌هم‌نزدیکند ، روزگاری از یکدیگر بسیار دوربوده و در مقابل مناطقی چون جزیره بریتانیا وآمریکای شمالی که امروزه آنقدر از هم به دور افتاده‌اند ، روزگاری در کنار هم بوده و پاره واحدی را تشکیل می‌داده‌اند .

هرچند مسئله حرکت قاره‌ها که اصطلاحاً " رانه قاره‌ای *Continental Drift* نامیده می‌شود موضوع چندان جدیدی نیست و دهها سال پیش مطرح بوده و مورد بررسی و اظهار نظر قرار داشته‌است ، ولی اثبات آن مدیون تکنولوژی نوین است و طی سال‌های اخیر از سوی دانشمندان ژئوفیزیک تائید گردیده است .

بالاخره اینکه ، سنگهای پوسته زمین همواره تحت تأثیر عوامل شیمیائی و مکانیکی تغییر شکل یافته و از تأثیر عوامل مکانیکی مانند آب ، باد ، یخبندان ، برف و غیره ، خرده سنگهائی بنام آوار *Debris* پدید آمده است . آوارها بهسان چراغی ما را به گوشه‌های تاریک گذشته زمین راهنمائی می‌کنند و از سرگذشت جغرافیائی و اقلیمی زمین ما را آگاه می‌سازند .

بقایای گیاهان و جانورانی که بصورت سنگواره باقی مانده‌اند نیز ما را در بررسی گذشته‌ها یاری‌می‌دهند و تا اعماق سرگذشت‌حیات ما را رهبری می‌کنند .



شکل‌گیری سطح زمین
مناطق قاره‌ای از سپرهای استواری که بوسیله کمربندهای متحرک از هم جدا شده‌اند، پدید آمده است. از نزدیک شدن سپرهای مزبور و درهم فشردگی آنها، چینکوه‌های زمین پدید می‌آیند. مواد گداخته به لابلای چینه‌ها نفوذ می‌کند و آنها را به تاب وامی‌دارد. فشار لایه‌های فوقانی نیز به تابیدگی چینه‌ها کمک می‌کند. چینه‌هائی که قابلیت انعطاف ندارند، در برابر فشارهای وارده به زانو درآمده و در هم می‌شکنند و عارضه‌ای را بنام گسل ایجاد می‌کنند.

جوزمین

ATMOSPHERE

ازت یا نیتروژن که مقدار قابل ملاحظه‌ای از جو زمین را به خود اختصاص داده است، به میزان هشتاد درصد حجم جو میهن خاکی ما را اشغال نموده و با اکسیژن که قسمت عمده باقیمانده را فرا گرفته‌است، توأماً" جو زمین را تشکیل می‌دهند. در کنار دو گاز عمده‌ٔ بالا، قدری بخار آب، اندکی دی اکسید کربن و اوزون نیز در جو زمین موجود است که همگی از نقشی حیاتی برخوردارند، زیرا گازهای مزبور پرتوهای فرابنفش را جذب می‌کنند و درمیزان دمای جو اثرمی‌گذارند. افزوده‌بر گازهای بالا، گازهای دیگری چون آرگون *Argon*، کریپتون *Krypton*، نئون *Neon* وزنون *Xenon* نیز در جو زمین یافت می‌گردد که از اهمیت چندانی برخوردار نیستند. غیر از ارتفاعات زیاد که پاره‌ای تغییرات جوی را باعث می‌گردد، برخی شرایط نیز درمیزان و کمیت گازها موٴثرند. مثلا" میزان بخارآب بر حسب موقعیت‌های محلی و دما و یا دوری و نزدیکی به منابع‌آب، فرق می‌کند و دما نیز در کمیت و مقدار بخار آب نقش بسیار مهمی دارد. در اهمیت نقش دما همین بس که اگر به میانگین دمای زمین فقط چند درجه افزوده شود، آب اقیانوس ها تبخیر می‌شود و اثرات وحشتناکی در ترکیبات جوی بجای می‌گذارد و زمین زنده و شاداب را به ناهید دوم مبدل می‌سازد.

میزان تشعشعات

Radiation Budget

جو زمین تقریبا" کلیه انرژی خویش را مستقیما" از خورشید دریافت می‌دارد. اما باید توجه داشت که کلیه تشعشعات خورشیدی جذب زمین نمی‌گردند، بلکه ضریب بازتاب *Albedo* زمین که برحسب موقعیت‌ها و پدیده‌ها و عوارض گوناگون متفاوت است، در انعکاس تشعشعات مزبور نقش مهمی ایفا می‌کند. بطور مثال، ضریب بازتاب برف‌های تازه ۸۰ درصد، مناطق کویری ۳۵ درصد، روئیدنی‌ها و جنگل‌ها ۲۰ درصد، مناطقی چون خاک‌های تیره و سیاه ۱۰ درصد و اقیانوس ها حدود ۶ درصد می‌باشد. ضریب بازتاب ابرها برحسب ضخامت و نوع ابر فرق می‌کندوبین ۱۰ تا ۸۰ درصد در تغییر است، به همین‌جهت میانگین ضریب بازتاب زمین برحسب فصل‌های سال، میزان ریزش برف و نوع ابرها متفاوت بوده و در عرض‌های مختلف جغرافیائی نیز فرق می‌کند.

ابرها که همواره‌حدود ۵۰ درصد آسمان زمین را پوشانیده‌اند، در برقراری‌تعادل‌میان‌تشعشعات خورشیدی و دمای‌سطحی از نقش بس‌ارزنده‌ای برخوردارند و همانند پرده‌ای جلوی تشعشعات طول موج بلند را می‌گیرند و از سوی دیگر از فرار دمای سطحی به فضای خارج نیز جلوگیری می‌کنند.

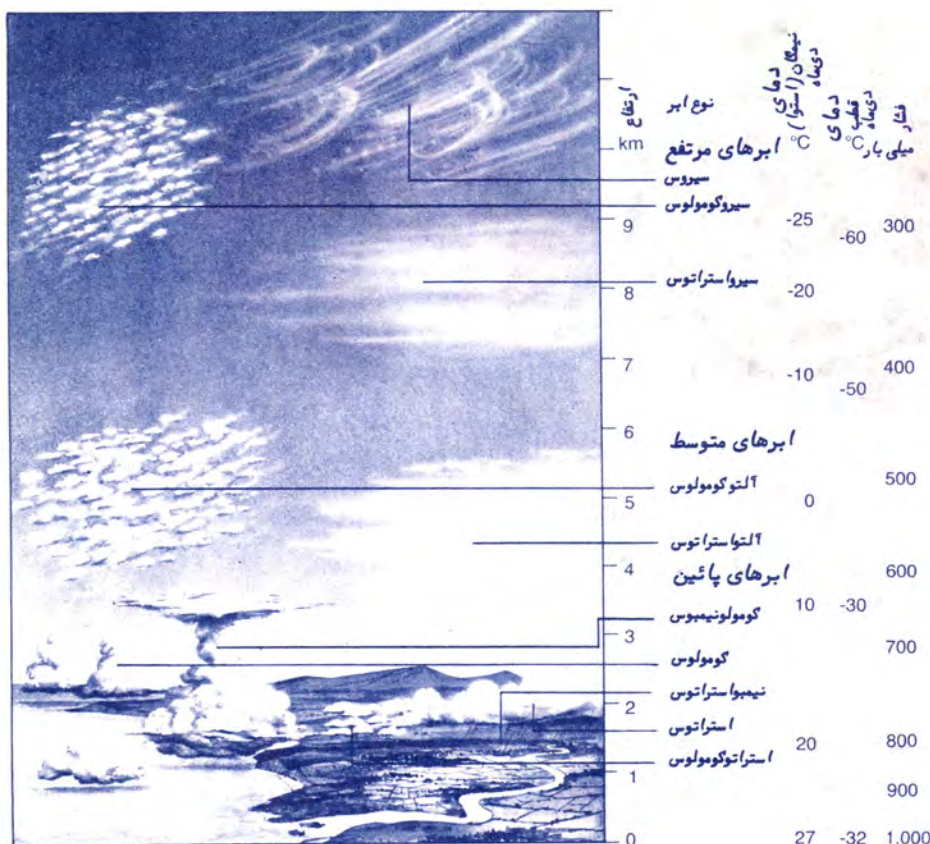
اندازه‌گیری های انجام شده از دیدگاههای‌فضائی، نشان‌می‌دهد که دمای موٴثر زمین در جو فوقانی ۲۵۳ درجه کلوین است و حال آن‌که میانگین دمای سطحی به ۲۸۹ درجه کلوین می‌رسد. بدیهی‌است این اختلاف‌ناشی از میزان تشعشعاتی است که از طریق جو زمین به فضا گسیل گردیده است.

گازهائی چون بخار آب، دی اکسید کربن و اوزون، همگی در انتقال دمای سطحی و همچنین تشعشعات فرابنفش خورشیدی نقش موٴثری دارند.

بطوری که قبلا" گفته شد، دیدیم که دی اکسید کربن در جو ناهید چه سان اثر گذارده و چگونه خاصیت گرمخانه‌ای را بر جو سیاره مزبور حاکم ساخته است. به همین مناسبت سرنوشت حیات زمینی در گرو ثبات و حفظ شرایط کنونی گازهای مزبور بوده و هرگونه بی‌توجهی، زندگی آیندگان را به مخاطره خواهد افکند.

جو زمین از لایه‌های متعددی تشکیل یافته و لایه زیرین آن گشتکره یا تروپوسفر نام دارد. این لایه به‌تنهائی ۸۰ درصد جرم سراسر جو زمین را به خود اختصاص داده و دمای آن با ارتفاع آن نسبت عکس دارد ولی بر میزان سرعت باد با فزونی ارتفاع افزوده می‌شود. مقدار بخار آب در زیرترین‌بخش این لایه به حداکثر می‌رسد و جریان‌های فرارفت از ویژگی‌های آن است.

ضخامت گشتکره برحسب عرض جغرافیائی و همچنین فصل‌های مختلف سال فرق می‌کند و به‌طور متوسط حدود ۸ کیلومتر بر فراز نواحی قطبی، بین ۱۶ تا ۱۹ کیلومتر در نواحی نیمگانی (استوائی) است. حرکات جوی باعث صعود یا نزول هوا گردیده و در شکل و فرم و پراکندگی ابرها اثر می‌گذارد. ابرها کلا" از نظر ارتفاع به سه گروه تقسیم می‌گردند و از نظر شکل نیز طبقه‌بندی می‌شوند. ابرهای لایه‌ای در پی فراروی آرام هوا و ابرهای توده‌ای از صعود سریع هوا حاصل می‌گردند.



آب‌وهوای زمین

CLIMATE

میزان تشعشعاتی که زمین از خورشید دریافت می‌دارد با فصل‌های مختلف سال، عرض جغرافیائی و وضع هندسی مدار گردش زمین به دور خورشید در ارتباط است و هرگونه تغییری که در شدت وضعف این تشعشعات روی دهد، به دگرگونی‌هائی در دما و فشار جو زمین منتهی می‌گردد و بالنتیجه روی آب‌و هوای میهن خاکی ما اثر می‌گذارد.

باد که بر اثر اختلاف فشار تولید می‌گردد و هوای سرد و گرم و همچنین بخار آب را از جائی به جای دیگر پراکنده می‌سازد، از وضع توپوگرافی زمین بشدت متأثر است و پراکندگی قاره‌ها در شرایط اقلیمی نقش آفرینند و کوهها موجبات تکاثف و باروری بخار آب را فراهم می‌سازند و اقیانوس‌ها، شرایط اقلیمی را بشدت تحت تأثیر قرار می‌دهند و همانند خازنی دمای سطح زمین را در خویش ذخیره می‌کنند و به آرامی آن را به هوای پیرامون خود منتقل می‌سازند.

ترکیبات جو زمین

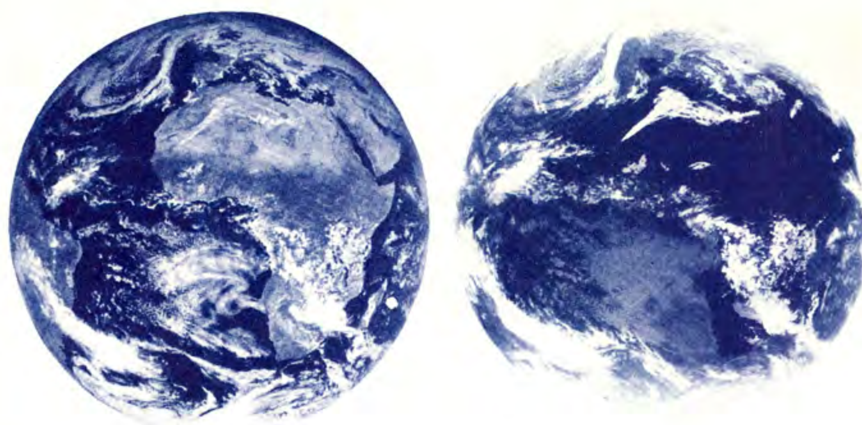
Composition of the Atmosphere

ازت یا نیتروژن	N_2	۷۶/۰۸۴ درصد حجم
اکسیژن	O_2	۲۰/۹۴۶ درصد حجم
آرگون	A	۰/۹۳۴ درصد حجم
دی‌اکسیدکربن	CO_2	۰/۰۳۱ درصد حجم
نئون	Ne	$۱/۸۲ \times ۱۰^{-۳}$ درصد حجم
هلیوم	He	$۵/۲۴ \times ۱۰^{-۴}$ درصد حجم
متان	CH_4	$۱/۵ \times ۱۰^{-۴}$ درصد حجم
کریپتون	Kr	$۱/۱۴ \times ۱۰^{-۴}$ درصد حجم
ئیدرژن	H_2	۵×۱۰^{-۵} درصد حجم
اکسید ازت	N_2O	۳×۱۰^{-۵} درصد حجم
مونواکسید کربن	CO	$۱۰^{-۵}$ درصد حجم
زنون	Xe	$۸/۷ \times ۱۰^{-۵}$ درصد حجم
اوزون	O_3	بیش از $۱۰^{-۵}$ درصد حجم
بخار آب (بطور متوسط)		حدود ۱ درصد حجم

تغییرات اقلیمی

Climatic Changes

از دگرگونی‌های بزرگ اقلیمی‌زمین در گذشته‌های دور آگاهی داریم‌و می‌دانیم که آخرین عصر یخبندان حدود ده هزار سال پیش به پایان‌رسیده است. مدارک و نشانه‌های موجود گویای آن‌است که در بین ۷۰۰۰تا ۵۰۰۰



زمین از فضا
عکس‌های تهیه‌شده از ماهواره‌های هواشناسی ما را از حرکت ، موقعیت و شدت سیستم‌های فشاری ، انتشار دما و رطوبت ، وضعیت ابرها و ریزش برف و باران و مانند آن آگاه می‌سازند .
عکس‌های گرفته شده با نور مرئی(A) مناطق و پدیده‌هائی را که در چند بازتابشان بالاست به روشنی نمایان می‌سازند و همچنین مناطقی را چون اقیانوس‌ها که قابلیت جذبشان زیاد است بخوبی نمایش می‌دهند و علاوه بر آن جریان‌های جت استریم را نیز آشکار می‌سازند .
تصاویری که با پرتو فروسرخ گرفته شده (B) ، دشت‌های گرم و سوزان را نشان می‌دهد و همچنین ابرهای سردی را که در ارتفاعات بالای جو قرار دارند ، مشخص می‌سازد .

سال پیش یخبندان دیگری بر زمین حاکم بوده و علاوه بر آن میهن خاکی ما روزهای‌سردی را که به عصر آهن یعنی ۲۹۰۰ تا ۲۳۰۰ سال پیش مربوط است پشت سرگذارده و در اوایل قرون وسطی یعنی حدود ۱۰۰۰ تا ۸۰۰ سال پیش دوره گرمی جانشین‌آن گردیده است .

عصر یخبندان کوچک نیز که بین ۵۰۰ و ۱۲۵ سال پیش‌وجودداشته و اواخر قرن هفدهم را در سرمای شدیدی فرو برده است ، بجای خویش قابل ذکر است و روزهای گرم اوایل قرن حاضر هم پایان ادوار اقلیمی‌زمین تا زمان نسل کنونی را اعلام می‌دارد .

از جمله عواملی را که در شرایط اقلیمی زمین نقش آفرینند مختصرا" می‌توان به‌ترتیب زیر برشمرد :

مدار گردش زمین‌طی‌مدتی‌حدود ۹۰ هزار تا ۱۰۰ هزار سال ، به‌آرامی از یک دایره تقریبی به یک بیضی گرایش می‌یابد و دوباره به وضع نخست بازمی‌گردد . طول نجومی نقطه پری هلیون که نزدیک‌ترین موقعیت زمین به خورشید است ، در مدتی بالغ بر ۲۱ هزار سال تغییر می‌یابد و علاوه برآن زمین از سوی قطب جنوب به خورشید نزدیک‌تر می‌شود و از طرف قطب‌شمال از آن دور می‌گردد و این وضعیت پس از مدتی برابر ده هزار سال برعکس می‌شود . همچنین تمایل محور زمین نسبت به سطح مدار گردش آن طی‌مدت ۴۰ هزار سال به مرور تغییر می‌یابد و فصل‌های تابستان و زمستان زمین را تا حدی دگرگون می‌سازد .

افزون بر عوامل بالا ، هرگونه تغییری در ترکیبات جو زمین نیز در شرایط اقلیمی موءثر است . متاسفانه میزان‌دی اکسید کربن جو زمین به‌دلیل استفاده از سوخت‌های هیدروکربن و قطع درختان و پاکسازی مناطق جنگلی روزبه‌روز رو به فزونی‌می‌رود . می‌دانیم‌که‌دی اکسید کربن Co_2 بوسیله گیاهان جذب می‌گردد ، در مقابل ، فعالیت‌های بدنی جانوران و به ویژه انسانها بر آن می‌افزاید ، همچنین فوران‌های آتشفشانی نیز میزان دی ــ اکسیدکربن جو زمین‌را فزونی‌می‌بخشد .برابرمحاسباتی‌که‌بوسیله‌دانشمندان بعمل آمده ، میزان دی اکسید کربن در سال ۲۰۰۰ میلادی به مرز دوبرابر طبیعی آن خواهد رسید . طبیعی است چنین وضعی به بالا رفتن دما به میزان دو کلوین منجر می‌گردد که خود برای پیدایش اثر گرمخانه مقدمه مناسبی‌است . نتایج مرگبار و دوزخ زای اثرگرمخانه را در سیاره‌ناهید دیدیم و با شرایط اقلیمی آن آشنا شدیم . سرنوشت این سیاره درس عبرتی برای ما زمینیان است .

علاوه بر فعالیت‌های انسانی که ممکن است درمقدار اوزون جو زمین اثر گذارد ، پاره‌ای سوانح طبیعی نیز ممکن است به نابودی و یا خنثی‌شدن لایه اوزون زمین منتهی گردد . مثلا " با فرا رسیدن زمان واژگونی قطبهای مغناطیس ، مغناطکره زمین موقتا" نابود می‌گردد و پرتوهای کیهانی بدون برخورد به هیچ سپر و مانعی به جو زمین وارد شده و لایه اوزون را تباه می‌سازند . چنین‌وضعیتی در زمان شدت یافتن‌فعالیت‌های خورشیدی‌و پیدا شدن‌مشعل *Flare* های‌بزرگ‌نیزمحتمل‌است . بسیاری از انواع موجودات زنده در دوران کرتاسه که همزمان با واژگونی قطبهای مغناطیس زمین است نابود گردیده‌اند ، هرچند که پاره‌ای از دانشمندان نابودی دایناسورها را ناشی از یک حادثه طبیعی می‌دانند و معتقدندکه‌شرایط جوی درپی‌برخورد سیارک بزرگی با زمین بشدت دگرگون شده و با نابودی سپر محافظ زمین دایناسورها به هلاکت‌رسیده‌اند .

تغییرات ثابت خورشیدی نیز اثر ژرفی در اقلیم زمین به‌جای می‌گذارد . برابر محاسبات انجام شده ، یک درصد تغییر بازده خورشید ، یک کلوین تغییر دمای زمینی را موجب می‌گردد .

بین فوریه ۱۹۸۰ و اوت ۱۹۸۱ نشانه‌هائی از ۰/۱ درصد کاهش در بازده خورشید دیده شد که آثار آن را احتمالا" بایستی تاکنون در اقلیم زمین مشاهده کرده باشیم .

برابر شواهد موجود ، عصر یخبندان کوچک با پیدایش‌کلفهای چندی در چهرهٔ خورشید همزمان بوده . شاید وجود همین کلفها روزهای سردی



مناطق اقلیمی زمین
کره زمین را بر پایه شرایط اقلیمی تقسیم‌بندی می‌کنند. ولادیمیر کوپن *Vladimir Köppen* شیوه‌ای را بر همین مبنا ارائه نموده که اساس بسیاری از تقسیم‌بندی‌ها بشمار می‌آید. برابر این شیوه کره زمین را از نظر د ماوریزش و روئیدنی‌ها به‌پنج منطقه تقسیم می‌کنند. ۱ـ مدارگانی و استوائی بارانی ۲ـ خشک ۳ـ معتدل ۴ـ سرد و مرطوب ۵ـ قطبی.

را بر زمین تحمیل کرده باشد. از سوی دیگر فوران های آتشفشانی مقدار زیادی غبار و خاکستر به جو زمین روان می‌سازد، این خردیزه‌ها همانند پرده‌ای‌جلوی‌نورخورشید را می‌گیرند و کاهش‌دمای‌زمین را موجب‌می‌گردند. از سوی دیگر گسترش و پهناوری کویرها و دشت‌ها، تغییراتی را در نسبت بازتاب زمین موجب می‌شود که آن نیز به نوبه خود در اقلیم زمین موءثر است و از میزان ریزش می‌کاهد.

صرفنظر از رویدادهای طبیعی که کنترل آن از توان آدمی خارج‌است، انسان خود حادثه آفرین است و فعالیت‌های آلاینده وی در شرایط محیط اثر می‌گذارد و اقلیم ناخوشایندی را به مرور بر زمین حاکم می‌سازد و پی‌آمدهای مرگبار آن را برای نسل های آینده باقی می‌گذارد.

خورشید و زمین

SOLAR INTERACTION WITH THE EARTH

علاوه‌برتأثیری که خورشید بر جو و شرایط اقلیمی‌زمین‌باقی‌می‌گذارد، میدان مغناطیس زمین نیز از فعالیت‌ها و اثرات این ستاره فروزان در امان نیست. می‌دانیم که زمین‌همانند یک‌آهن‌ربای دوقطبی که موقعیت قطبهای آن متناسب با زمان پیوسته در جابجائی است، عمل می‌کند.

آن قسمت از فضا را که از میدان مغناطیس زمین متاثر است، مغناطکره *Magnetosphere* می‌نامند. درصورتی که عاملی بنام باد خورشیدی *Solar Wind* وجود نمی‌داشت، دامنه مغناطکره زمین تا مسافتی معادل صد برابر شعاع زمین درفضا گسترش می‌یافت و کره‌عظیمی را به شعاع‌تقریبی ۱،۲۰۰،۰۰۰ کیلومتر در فضا ایجاد می‌نمود، ولی بادهای خورشیدی کره مزبور را دگرگون ساخته و آن قسمت از مغناطکره زمین را که رو به خورشید واقع است به شعاع ۸ تا ۱۰ برابر شعاع زمین فشرده‌کرده و به عقب رانده است و جهت مقابل آن را به شکل دنباله طویلی در فضا پراکنده است. آزمایش هائی که اخیرا" بعمل آمده نشان می‌دهد که دنباله مغناطکره حتی تا ۱۰۰۰ برابر شعاع زمین در فضا کشیده شده.

آن‌قسمت‌ازجبههٔ مغناطکره‌زمین که‌با بادهای‌خورشیدی درگیر می شود وتحت‌تأثیرضربات باد مزبورمحدب‌می‌گردد، مغناط خم *Bow Shock* نام دارد. سرعت‌باد خورشیدی‌پس از برخورد با مغناطکره‌بطورناگهانی‌ازحدود ۴۰۰ کیلومتردرثانیه به ۲۵۰ کیلومتردرثانیه‌کاهش‌می‌یابد و انرژی از دست رفته‌به‌۵ تا ۱۰ برابرحالت‌عادی‌یعنی‌حدودچندمیلیون‌کلوین‌فزونی‌می‌یابد. حد فاصل میان مغناط خم *Bow Shock* و مغناطمرز *Magnetopause* ناحیه‌ای است بنام‌مغناطپوش *Magnetosheath* که آشفتگی و بی‌نظمی خطوط‌میدان از ویژگی‌های آن است.

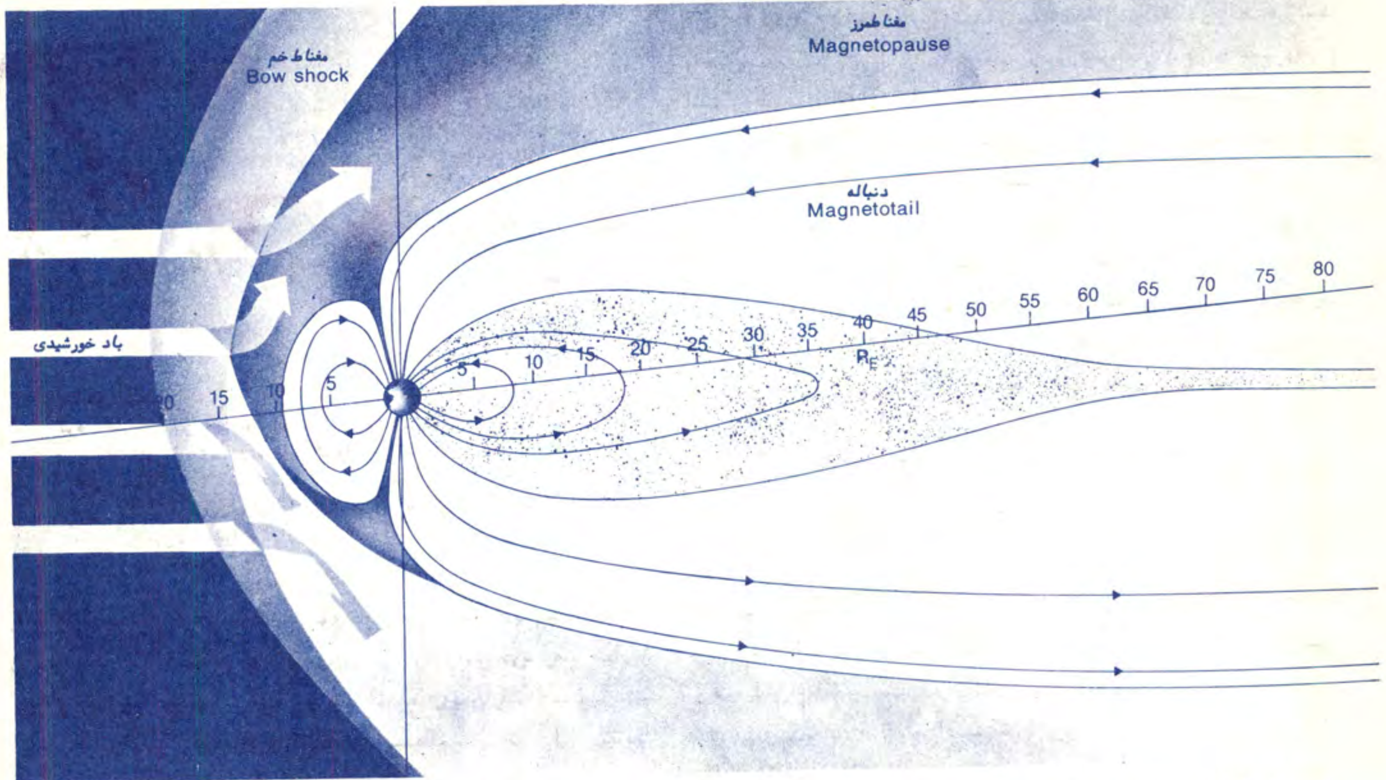
توفانهای مغناطیسی — *Magnetic Storms*

تغییرات‌باد خورشیدی دگرگونی‌هائی را در مغناطکره موجب می‌شود و درمیدان‌مغناطیس زمین اثرمی‌گذارد و پدیده‌ای را بنام توفان مغناطیسی *Magnetic Storm* ایجاد می‌کند. موج ضربت ذرات خورشیدی که از زمان پیدایش مشعل‌ها *Flares* تا رسیدن به سطح زمین حدود دو روزدر راه هستند، ابرهای پلاسمای مغناطکره را متراکم می‌کند و نیروی میدان مغناطیس زمین را یکباره فزونی می‌بخشد. این عملیات که مدت‌آن از چند دقیقه تجاوز نمی‌کنـــد، آغاز ناگهانـــی توفـــان *Sudden Storm Commencement* نامیـــده می‌شـــود، بدنبـــال آن نمـــود آغـــازیـــن *Initial Phase* شروع‌می‌گردد که از ۳۰ دقیقه تا چند ساعت به‌درازا می‌کشد. طی‌مرحله بعدی که نمودا صلی *Main Phase* نام دارد، انرژی مغناطیسی آزادمی‌گردد و با پدیدآوردن جریان‌هائی درمغناطکره، موجبات افت توان مغناطیسی زمین را به مدت چند ساعت تا یک روز فراهم می‌آورد و پس از آن طی چند روز دوباره به حال عادی باز می‌گردد.

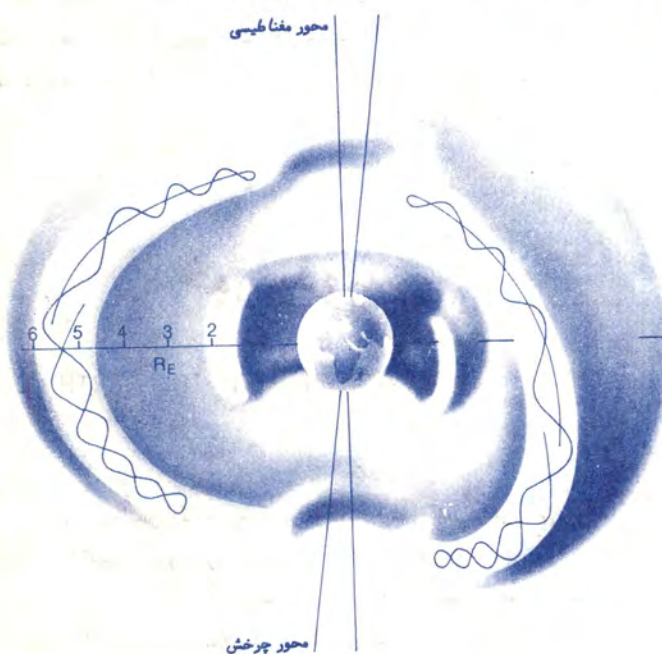
این قبیل توفان‌های مغناطیســی معمولا" هر ۲۷ روز یک بار تکرار می‌گردد.

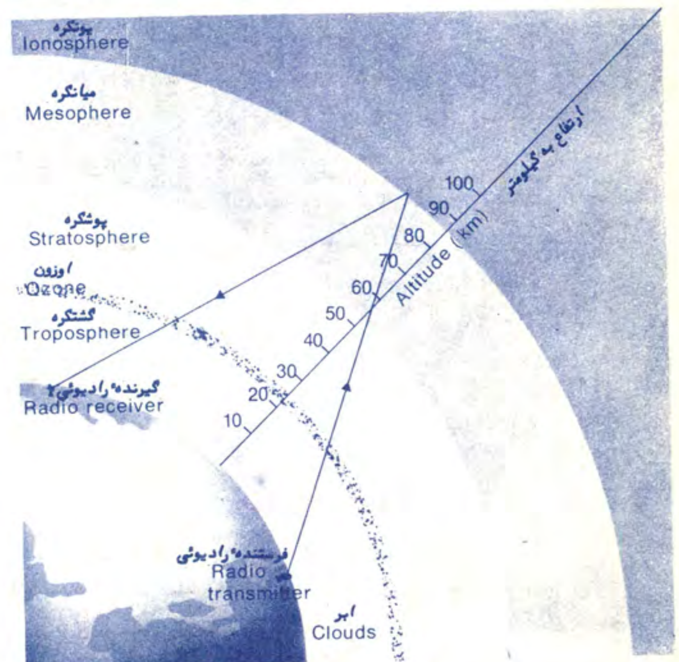
کمربندهای وان آلن — *Van Allen Belts*

در مغناطکره زمین، منطقه در واقع ممنوعه‌ای وجود دارد که ذرات بسیار پر انرژی و باردار کیهانی در آن به دام می‌افتند. این منطقه که در سال ۱۹۵۸ به‌کمک سفینه‌های اکسپلورر ۱ و ۳ *Explorer* شناخته‌شده، به‌افتخارکاشف‌آن، دکترجیمزوان‌آلن *James Van Allen*، کمربندهای وان آلن نامیده می‌شود. کمربندهای وان‌آلن که ذرات باردار را منعکس می‌سازند، از دو لایه جداازهم تشکیل یافته‌اند. لایه درونی که نواری است به شعاع حدود ۱/۵ برابر شعاع زمینی و لایه بیرونی به شعاع حدود ۵ برابر شعاع‌زمین می‌باشند، همانند کمربندهائی پیرامون سیاره‌ما را دربرگرفته‌اند. مواد کمربند درونی درمقایسه با مواد کمربند بیرونی از پروتن‌ها والکترون‌های پر انرژی متراکم‌تری تشکیل یافته است.



مغناطکرهٔ زمین ــ بخش رو به خورشید مغناطکره زمین در برخورد با ذرات پر انرژی باد خورشیدی پس رانده و فشرده می‌گردد و همانند سپری در برابر فشار ذرات مزبور می‌ایستد. برعکس بخش پشت به خورشید آن بصورت دنباله درازی در فضا کشیده می‌شود.

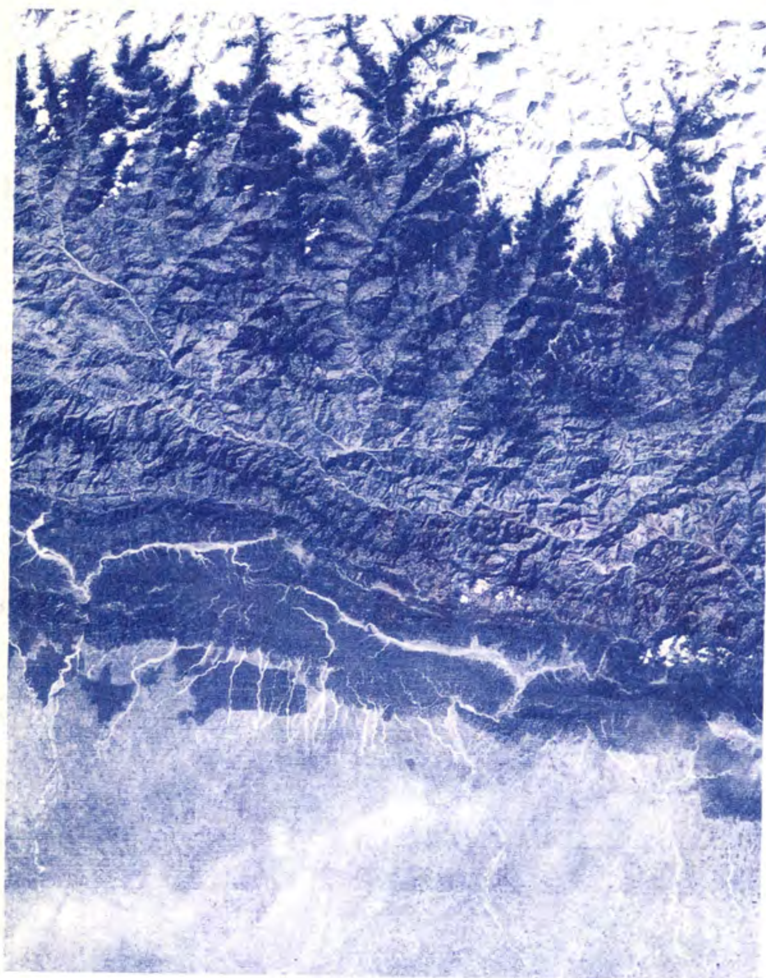




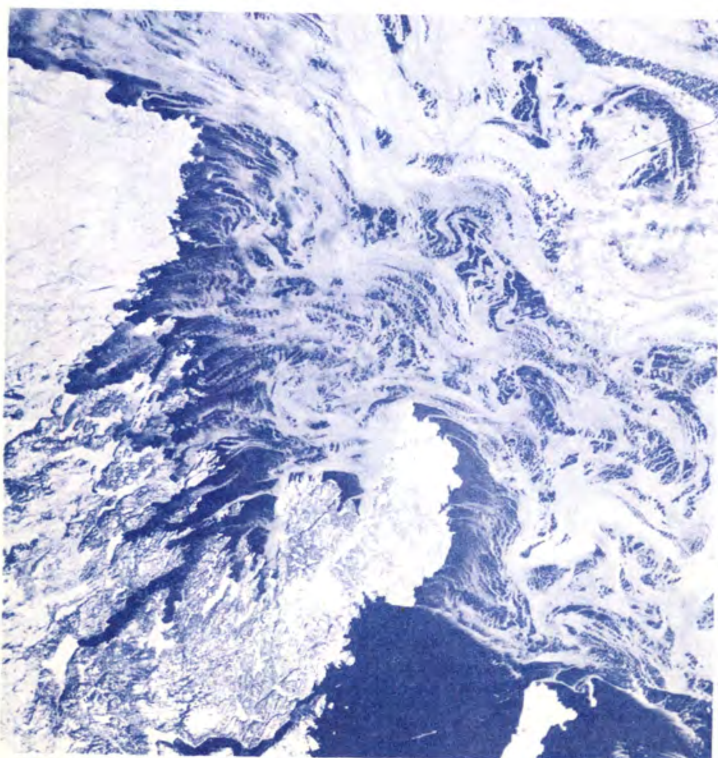
لایه‌های یونکره و اوزون ــ پرتوهای X و فرابنفش خورشیدی اتم‌های لایه فوقانی جو زمین را یونیزه کرده و پوسته‌ای را بنام یونکره پدید می‌آورند. این لایه پاره‌ای علائم رادیوئی موج بلند را منعکس می‌سازد.

در ارتفاع ۲۰ تا ۳۰ کیلومتری سطح زمین لایه دیگری بنام اوزون وجود دارد که پرتوهای فرابنفش خورشیدی را جذب می‌کند و از نظر حفظ حیات انسان و دیگر موجودات زمینی از اهمیت فراوانی برخوردار است.

کمربندهای وان آلن ــ پیرامون کره زمین را دو ناحیهٔ تشعشعی جدا از هم بنام کمربندهای وان آلن فرا گرفته است. این کمربندها ذرات باردار کیهانی را به دام انداخته و از نفوذ آنها بسوی زمین جلوگیری می‌کنند.



کوهستان هیمالیاـ ماهوارهٔ لندست ، ۱۴ دسامبر ۱۹۷۲. در محل برخورد صفحه‌های حامل آسیا و شبه قاره هند ، توده‌های عظیمی از سنگ و خاک متورم گردیده و کوهستان عظیم هیمالیا که پاره‌ای کوههای آن بیش از ۸،۰۰۰ متر ارتفاع دارند . پدید آمده است . کوه اورست به ارتفاع ۸،۸۴۸ متر در گوشه بالا و سمت راست عکس دیده می‌شود .



نیوفوندلند ــ ماهوارهٔ لندست ، ۱۳ فوریه ۱۹۷۴. یخ‌های شناور ، جریان‌های باد ، توده‌های ابر نوع کومولوس و توده‌های یخ و برفی که بخشی از **نیوفوندلند را پوشانیده‌اند** ، در این عکس دیده می‌شود .

ماه

THE MOON



ویژگی‌های ماه

CHARACTERISTICS OF MOON

(ماه یا فرمانروای شب آسمان که بیش از هر جرم آسمانی ، دیدگان زمینیان را بخود مشغول داشته است دارای قطری کمی بیشتر از $\frac{۱}{۴}$ قطر کره زمین و برابر ۳۴۷۶ کیلومتر است و نسبت به جثه مادر خویش یعنی زمین یکی از بزرگترین قمرهای منظومه خورشیدی بشمار می‌رود . جرم ماه $۷/۳۴۸۳ \times ۱۰^{۲۲}$ کیلوگرم است که آن نیز ۸۱ بار بزرگتر از قمری است که در مقیاس منظومهٔ خورشیدی قاعدتاً" بایستی به زمین تعلق گیرد . در روشن شدن این مطلب می‌توان گفت که در منظومه خورشیدی فقط پنج قمر بزرگتر از ماه زمین وجود دارد که سه تای آنها به برجیس یا مشتری ، یکی به کیوان یا زحل و دیگری به نپتون یعنی سه غول منظومه خورشیدی که هرکدام به تنهائی چندصد برابر قمرهای خویشند ، تعلق دارند ، به همین مناسبت اگر کرات زمین و ماه را بجای یک سیاره و یک قمر یک سیاره دوتائی یا دوقلو بنامیم راهی به گزاف نرفته‌ایم .

شرایط جوی و سطح ماه *Atmospheric & Surface Conditions*

ماه از نظر شرایط جوی دنیای کاملاً" دگرگونه‌ای است . از آنجائی که هم اندازه آن و هم جرم آن کم است ، لذا با میدان جاذبه نسبتاً" ضعیف خود قادر به نگهداری جو در پیرامون خویش نیست . شتاب ثقل در سطح ماه فقط $\frac{۱}{۶}$ شتاب ثقل سطح زمین است و سرعت گریز آن نسبتاً" ناچیز و برابر ۲/۳۷ کیلومتر در ثانیه است . بدیهی است سرعت گریزی این‌چنین ناچیز برای حفظ جو در پیرامون آن کافی نخواهد بود .

بررسی‌هائی که بوسیله مه‌نوردها و سفینه‌های آپولو بعمل آمده گویای جو بسیار رقیقی است که تراکم آن $۱۰^{-۱۴}$ بار کمتر از تراکم جو زمین است . جو ماه که شامل اندکی ئیدرژن ، هلیوم ، نئون و آرگون می‌باشد به اندازه‌ای دقیق است که مولکول‌های سازنده آن هیچگاه به‌هم برخورد نمی‌کنند .

سطح کره ماه برخلاف سطح زمین که بشدت تحت تأثیر عوامل جوی و اقلیمی است ، از این‌گونه اثرات کاملاً" به‌دور است و ظاهراً" می‌توان پذیرفت که سطح آن از روزگار آغازین که قاعدتاً" با پیدایش زمین همزمان است ، تا به امروز همچنان دست نخورده باقی مانده باشد .

اما عوامل دیگری سوای عوامل زمینی در ماه موجود است که نقش عمده‌ای را در چهره‌پردازی کره مزبور بر عهده دارند . بمباران شدید شهابسنگ‌هائی که اندازه آنها از تخته سنگ تا ذرات غبار متفاوت است ، آثار آبله‌گونی بنام گودهای شهابی در چهرهٔ آن به جای گذارده‌اند . از سوی دیگر سطح ماه بوسیله بادهای خورشیدی نیز زیر بمباران قرار دارد . اما از آنجائی که کره ماه غالباً" در دامان مغناطکره زمین جای دارد ، لذا ذرات بادهای خورشیدی را تا اندازه‌ای درون خویش به دام انداخته و از شدت بمباران آن تا حدی کاسته است .)

شناسنامهٔ ماه *Physical Data*

قطر استوائی	۳۰۴۷۶	کیلومتر
پختی یا فشردگی قطبین	۰/۰۰۲	
جرم	$۷/۳۴۸۳ \times ۱۰^{۲۲}$	کیلوگرم
حجم در مقایسه با حجم زمین برابر ۱	۰/۰۲	
تراکم در مقایسه با تراکم آب برابر ۱	۳/۳۴	
ثقل سطحی در مقایسه با زمین برابر ۱	۰/۱۶۵	
سرعت گریز	۲/۳۷	کیلومتر در ثانیه
تمایل محور نسبت به سطح مدار آن	۱/۵۳°	
در چند بازتاب	۰/۰۷	



اندازهٔ ماه ــ قطر ماه ۳۰۴۷۶ کیلومتر و $\frac{۱}{۴}$ قطر زمین است و جرم آن $\frac{۱}{۸۱}$ جرم زمین می‌باشد .

فاصلهٔ ماه تا زمین ــ ماه روی مداری به فاصله متوسط ۳۸۴،۳۹۲ کیلومتر به دور زمین در گردش است . نزدیک‌ترین موقعیت آن نسبت به مرکز زمین (نقطه حضیض) ۳۵۶،۴۱۰ کیلومتر و دورترین فاصله آن از مرکز زمین (نقطهٔ اوج) ۴۰۶،۶۷۹ کیلومتر است .

تاریخچه شناخت ماه

OBSERVATIONAL BACKGROUND

ماه برای زمینیان آشناترین چهره آسمانی است و سابقه شناخت آن به روزگاران بس گذشته باز می‌گردد . چهرهٔ ماه و عوارض عمدهٔ آن را حتی با چشم معمولی وغیر مسلح هم می‌توان دید .

نخستین نقشه ماه احتمالا" بوسیله ویلیام گیلبرت *William Gilbert* انگلیسی در سال ۱۶۰۰ میلادی تهیه گردیده و اولین نقشه تلسکوپی آن توسط توماس هریوت *Thomas Harriott* در سال ۱۶۰۹ طراحی شده است .

گالیله نخستین ستاره شناسی است که در سال ۱۶۱۰ میلادی بطور جدی روی ماه کار کرده و سعی بر آن داشته تا بلندی کوههای ماه را به کمک سایه آنها اندازه‌گیری کند .

درحدودسال ۱۶۱۱ میلادی ویلیام لور *William Lower* به‌کمک تلسکوپ خویش جزئیات بیشتری را در چهرهٔ ماه آشکار ساخت و در سال ۱۶۴۵تا ۱۶۴۷ لانگرینوس *Langrenus* و هولیوس *Hevelius* عوارض ماه را نامگذاری کردند . نامگذاری‌های هولیوس هیچگاه مقبولیت عامه نیافت و بعد از مرگش به دست فراموشی سپرده شد .

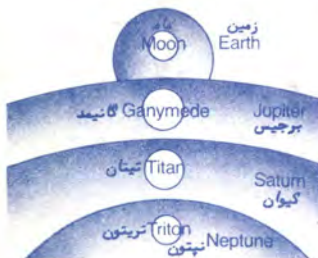
درسال ۱۶۵۱ جیووانی ریکیولی *Giovanni Riccioli* ایتالیائی به‌کمک شاگردش گریمالدی *Grimaldi* نقشه‌هائی از ماه تهیه نمود و برای کوههای آن نام‌هائی مشابه کوههای زمینی برگزید و گودهایش را به اسم دانشمندان معروف نامگذاری کرد .

با وجودی که ریکیولی در نامگزینی عوارض ماه رعایت عدالت و بی طرفی را نکرده و حق مناسبی برای شخصیت‌های علمی منظور نداشته است ، مع‌الوصف شیوه نامگذاری وی تقریبا" تا به‌امروز باقی مانده و ضمن اندکی دستکاری نام شخصیت‌های معروفی چون اسحق نیوتن و غیره را به آن افزوده اند .

در سال ۱۷۷۵ توبیاس مایر *Tobias Mayer* ستاره‌شناس آلمانی نقشه کوچک و دقیقی از ماه تهیه کرد و سیستم مختصات مناسبی برای کره مزبور پیشنهاد نمود .

طی سال‌های ۱۷۷۸ تا ۱۸۱۳ یوهان هیرونیموس شروتر *Johann Hieronymus Schröter* در رصدخانه‌ای که شخصا" دایر کرده بود به بررسی ماه و سیارات پرداخت و صدها نقشه از کره ماه تهیه نمود که همگی از دقت مناسب برخوردارند .

در سال ۱۸۳۷ ویلهلم بیر *Wilhelm Beer* آلمانی به اتفاق همکارش یوهان‌مادلر *Johann Mädler* آثار بس‌ارزندهٔ خویش را همراه با کتابی بنام *Der Mond* چاپ و منتشر ساخت و ماه را کره‌ای سرد و مرده معرفی‌نمود . درسال ۱۸۶۶ یولیوس اشمیت *Julius Schmidt* آلمانی که سرپرستی رصدخانه آتن را بر عهده داشت ماه را با دقت بسیار تحت بررسی قرار داد و یکی‌از بهترین آثار اواخر قرن نوزدهم را از خویش به یادگار گذاشت و بالاخره ویلهلم لورمن *Wilhelm Lohrmann* آلمانی‌و ادموند نیسون *Edmund Neison* انگلیسی را نیزبایستی جزوآخرین‌گروه ماه شناسان اواخر قرن نوزدهم و اوایل قرن بیستم بشمار آورد .



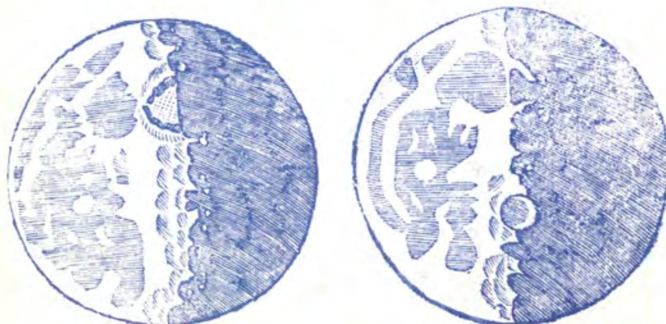
نسبت میان اندازهٔ پاره‌ای سیارات و اقمار آنها ــ کرهٔ ماه در مقایسه با جثهٔ مادر خویش، قمری است بزرگ و غیر عادی و چنانچه با بزرگ‌ترین قمرهای منظومه خورشیدی مانند تری‌تون که فقط $\frac{1}{4}$ قطر مادر خویش یعنی نپتون را دارد و یا تیتان و کیوان و گانیمد و برجیس مقایسه‌گردد ، بزرگی نسبی آن کاملا" مشهود می‌شود. همانندی تقریبی اندازه‌های ماه و زمین پاره‌ای فرضیه‌ها را در زمینه پیدایش و منشاء کره ماه موجب گردیده است .

نخستین عکس کره‌ماه در سال ۱۸۴۰ بوسیله جی . دبلیو دراپر *J. W. Draper* تهیه شد و از آن به بعد فن عکاسی در شناسائی و تهیه نقشه‌های کره ماه به خدمت درآمد و اطلس های عکسی فراوانی تهیه و در دسترس قرار گرفت .

در اوایل قرن بیستم انجمن ستاره‌شناسان انگلیس چارت‌های دقیقی به‌کمک عکاسی از ماه‌تهیه نمودند که هنوز هم از ارزش کافی برخوردارند .

تا سال ۱۹۵۹ که نخستین سفینه بدون سرنشین به فضا روان گردید ، تهیه‌نقشه‌های‌مقیاس بزرگ که به نمایش جزئیات‌کوچک‌چهرهٔ‌ماه قادر باشد امکان پذیر نمی‌بود . مهنوردهای آمریکائی اوربیتر *Orbiters* که در سال‌های ۱۹۶۶ و ۱۹۶۸ به فضا فرستاده شدند ، در فاصلهٔ نزدیکی در پیرامون ماه به گردش درآمدند و هزاران‌عکس‌روشن و دقیق به‌زمین مخابره نمودند که بعدها در فرودهای‌موفقیت‌آمیز آپولو *Apollo* مورد استفاده قرار گرفت .

امروزه از سطح ماه نقشه‌های بسیار خوبی که حتی از نقشه پاره‌ای



مشاهدات گالیله در سال ۱۶۰۹.

مناطق روی زمین نیز دقیق‌تر است تهیه‌گردیده‌و‌درسیستم نامگذاری‌عوارض ماه تجدید نظر شده و نام‌های جدیدی به افتخار دانشمندان‌بر آن افزوده گردیده است .

این نقشه که در سال ۱۶۵۱ بوسیله ریکیولی تهیه شده، شیوهٔ نامگذاری عوارض ماه را نشان می‌دهد .

گردش ماه وصور آن

ORBIT & PHASES

ماه روی مداری که خارج از مرکزی آن برابر ۰/۰۵۴۹ است به‌گرد زمین گردش می‌کند و فاصلهٔ آن از زمین (که از مرکز به مرکز اندازه‌گیری می‌شود) در حدی میان ۳۵۶،۴۱۰ کیلومتر برای نزدیک‌ترین موقعیت یا حضیض *Perigee* و ۴۰۶،۶۷۹ کیلومتر برای دورترین موقعیت یا اوج *Apogee* در نوسان است . قطر ظاهری ماه درموقعیت اوج فقط ۰/۹ قطر ظاهری آن درموقعیت حضیض است که البته مقدار مزبور برای چشم‌های معمولی یا غیر مسلح محسوس نیست .

سطح مدار گردش ماه نسبت به‌سطح مدار گردش‌زمین که به‌آن دایرة‌البروج *Ecliptic* می‌گویند ، دارای زاویه‌ای است برابر ۵ درجه و ۹ دقیقه . محل تلاقی مدار گردش ماه و فصل مشترک سطوح مزبور را گره *Nodes* می‌نامند . (در پاره‌ای کتابها نقاط مزبور را عقدتین یا جوزهر نوشته‌اند) . گرهی که ماه از جنوب به شمال از آن می‌گذرد سر گره یا عقده راس *Ascending Node* نام دارد و گرهی را که ماه از شمال به‌جنوب از آن عبورمی‌کند پاگره یا عقدهٔ ذنب *Descending Node* می‌خوانند .

آشفتگی‌ها و اختلالات حاصله از اثرات خورشید بر مدار ماه آثاری را به دنبال می‌آورد که مهمترین آنها عبارتند از :

۱ـ تغییرات دوره‌ای خارج از مرکزی *Eccentricity* مدار ماه‌که مقدار آن بین ۰/۰۴۴ تا ۰/۰۶۷ در نوسان است و میزان میل سطح مدار ماه نسبت به دایرة‌البروج نیز هماهنگ با آن بین ۴ درجه‌و ۵۸ دقیقه تا ۵ درجه و ۱۹ دقیقه تغییر می‌کند .

۲ـ پیش روی نقطه حضیض در جهت چرخش زمین که یک دور کامل آن ۸/۸۵ سال به درازا می‌کشد .

۳ـ طی این اثر که رقص محوری *Nutation* نام دارد ، خط‌واصل میان دو گرهٔ مدار ماه حرکتی پس رونده و منطبق بر سطح دایرة‌البروج را تحمل می‌کند که یک دور کامل آن ۱۸/۶۱ سال به طول می‌انجامد .

مسئلهٔ تحقیق در زمینه مدار گردش ماه به دور زمین کلاً یکی‌از مشکل‌ترین و پیچیده‌ترین مسائل نجومی وریاضی است . دراین‌مورد نه‌تنها اثرات جاذبه خورشید باید مورد نظر قرار گیرد ، بلکه حتی اثرات سیارات ولو هر قدر کوچک هم که باشند و همچنین شکل دقیق زمین و ماه را نیز نباید از نظر دور داشت .

جزئیات سطح ماه سال ۱۷۹۱ ـ شروتر بجای نقشه سراسری ماه، هزاران عارضه را به تصویر کشیده و برای هریک نامی برگزیده است .

نقشه‌های اشمیت که در سال ۱۸۷۸ تهیه شده، جزئیات بسیاری از چهرهٔ ماه را نشان می‌دهد .

این نقشه از روی عکس‌هائی که در سال ۱۹۵۹ بوسیله لونای ۳ به‌زمین مخابره‌شده تهیه گردیده و پشت کره ماه را برای نخستین بار در برابر دیدگان زمینی قرار داده است .

صور ماه

Phases of the Moon

ماه کره‌ای سرد و تاریک است و از خود نوری ندارد و پدیده‌ای که از آن بنام مهتاب یادمی‌شود ، بازتابی از نور خورشید است . موقعیت‌های ماه روی مدار خویش بخش های گوناگون نیمکره‌های تاریک و روشن ماه را تحت عنوان پدیده‌ای بنام صور ماه *Phases of the Moon* در چشم زمینیان جلوه‌گر می‌سازد . هنگامیکه ماه دقیقا" میان زمین و خورشید قرار می‌گیرد ، آن نیمکره از ماه که بوسیله خورشید روشن شده پشت به زمین قرار می‌گیرد و نیمکره‌تاریک آن‌رو به زمین‌واقع می‌شود . چنین‌حالتی را ماه‌نو *New Moon* می‌گویند . کوتاه زمانی پس از ماه نو ، بخش کوچکی از نیمکره روشن ماه که به‌کمان‌باریکی شباهت دارد ، روبه‌زمین می‌کند که به‌آن هلال *Crescent* می‌گویند . هماهنگ با پیشروی ماه روی‌مدار خویش برمیزان روشنائی نیمکره رو به زمین آن افزوده می‌گردد و شکل هلالی آن به‌تدریج رو به فزونی می‌نهد تا جائی که نیمی از نیمکره روشن ماه رو به زمین قرار می‌گیرد . به این مرحله چارک (چهاریک) اول یا تربیع یکم *First Quarter* می‌گویند . مفهوم این مرحله آن است که ماه تا این زمان $\frac{1}{4}$ مدار خویش به دور زمین را پیموده است .

پس از مرحلهٔ چارک اول به مرور بر پهنهٔ روشن ماه افزوده می‌گردد تا جائی که خورشید و زمین و ماه در یک خط قرار گیرند (زمین بین ماه و خورشید واقع شود) و نیمکره روشن آن به زمین رو نماید . این موقعیت را بدر یا ماه شب چهارده *Full Moon* می‌گویند .

چهرهٔ روشن ماه پس از مرحلهٔ بدر به‌تدریج رو به زوال می‌گذارد تا جائی که به مرحلهٔ چارک دوم یا تربیع دوم *2nd Quarter* که‌سوای موقعیت مداری همانندی فراوانی با چارک یکم دارد وارد گردد و سرانجام پس از مرحله چارک‌دوم‌ماه رو به هلال پایانی‌می‌نهد و در آخرین روزهای ماه قمری به یک کمان باریک تبدیل می‌شود و پس از آنکه نیمکره روشن آن کاملا" پشت به زمین واقع گردید ، به مرحلهٔ ماه نو دیگری گام می‌نهد و دور بعدی گردش خود را به دور زمین آغاز می‌کند .

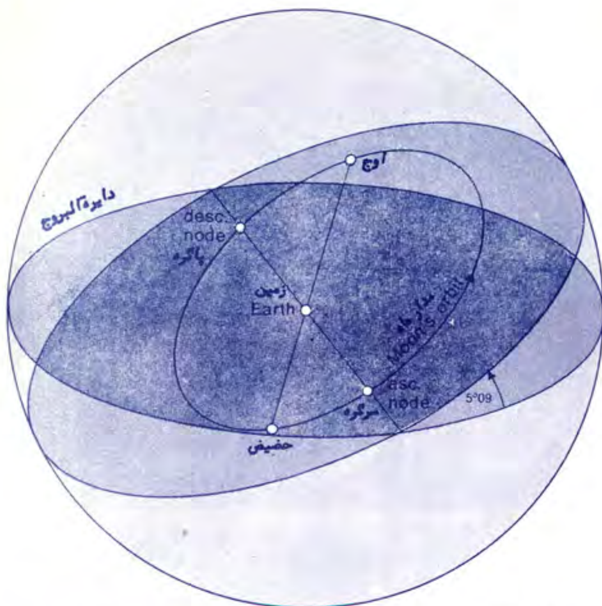
در مراحل هلال اول و پایانی معمولا" نیمکره تاریک ماه را نورضعیفی که در واقع بازتاب نور زمین است روشن می‌سازد . جالب این است که برای نخستین بار چگونگی این پدیده بوسیله نابغه معروف لئوناردوداوینچی *Leonardo da Vinci* تشریح و توصیف گردیده است .

مرز میان نیمکرهٔ تاریک و روشن ماه را روشمـرز (مرز روشنائی) *Terminator* می‌نامند . از آنجائی‌که سطح کره ماه هموار نبوده و دارای برجستگی‌ها و فرورفتگی‌های بسیار است ، از این‌رو روشمرز بصورت خط دندانه‌داری به‌ویژه در نواحی کوهستانی که از شکن‌ها و تضرس‌های کاملا" چشم‌گیری برخوردار است ، جلوه‌گر می‌شود .

دوره‌های زمانی‌ماه

The Moon's Period

یک دور گردش کامل ماه به دور زمین دقیقا" ۲۷/۳۲۱۶۶ روز به‌درازا می‌کشد . این مدت را ماه نجومی یا ماه ستاره‌ای *Sidereal Month* می‌نامند . از آنجائی‌که زمین نیز خود به دور خورشید گردش می‌کند ، لذا مدت زمان میان یک ماه نو تا ماه نو بعدی کمی بیش از یک ماه نجومی به



مدار ماه ــ این شکل مدار گردش ماه را در کره فرضی عالم که‌زمین در مرکز آن قرار دارد ، نشان می‌دهد و تمایل آن را نسبت به سطح دایرة‌البروج یا سطح مدار گردش زمین که برابر ۵ درجه و ۹ دقیقه است ، مشخص می‌سازد . از برخورد مدار ماه با فصل مشترک سطوح مزبور نقاطی بنام گره‌های ماه پدید می‌آید که سالانه ۱۹ درجه عقب‌نشینی می‌کنند .
خط‌واصل میان نقاط‌اوج و حضیض ماه طی مدتی معادل ۸/۸۵ سال در جهت مخالف عقب‌نشینی گره‌ها ، جابجا می‌گردد .

دراز می‌کشد و تا ۲۹/۵۳۰۵۹ روز بطول‌می‌انجامد این مدت را اصطلاحا" ماه قمری یا ماه هلالی *Lunar Month* می‌نامند . علاوه بر ماههای نجومی‌وقمری‌ماه‌دیگری‌بنام‌ماه‌گرهی یا دراکونیک *Draconic Month* نیز وجوددارد که از مدت‌زمان میان دوعبور متوالی کره ماه‌ازیکی ازگره‌های آن پدید می‌آید .

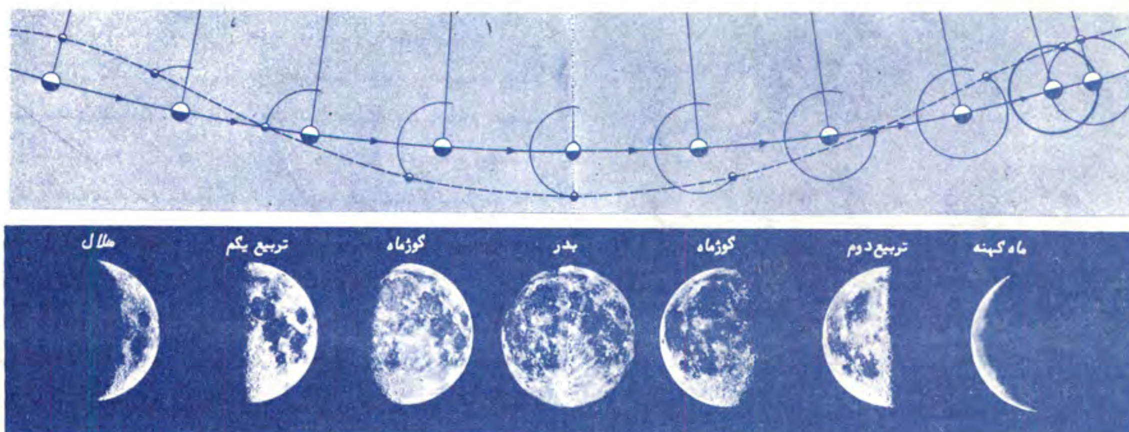
چهارمین ماه را ماه مدارگانی *Tropical Month* می‌نامند که برابر است با مدت زمان میان دو تقارن متوالی ماه و نقطه برابران بهاری *Vernal Equinox* .

ماه نسبت به ستارگان آسمان رو به خاور حرکت می‌کند و هرروز حدود ۱۳ درجه در آسمان جابجا می‌شود . اختلاف زمانی میان طلوع ماه در دو روز متوالی را دیرش یا تأخیر *Retardation* می‌نامند که مقدارمتوسط آن ۵۰ دقیقه زمانی‌است . از آنجائی‌که خورشید و ماه‌دارای حرکت‌یکنواخت و ثابتی در آسمان زمین نیستند ، از این‌رو بالطبع مدت‌دیرش درطول سال متفاوت خواهد بود ، بطوری که مدت آن در ماه فروردین به طولانی‌ترین مدت و در ماه مهر به کمترین مدت می‌رسد .

آزادش یا لیبراسیون

Librations

ماه کره همزمانی است و قاعدتا" بایستی همواره یک نیمکره ثابت آن که معادل ۵۰ درصد سطح ماه است رو به زمینی‌قرار گیرد ، اما به دلایلی‌که در زیر به آنها اشاره خواهد شد بیش از ۵۰ درصد سطح ماه در معرض دید زمینی قرار دارد که به آن آزادش *Libration* می‌گویند .



صور ماه
صور یا اهله‌ٔ ماه به وضعیت زاویه میان خورشید و ماه از زمین بستگی دارد. یک دور کامل صور ماه از یک تقارن (قرار گرفتن خورشید و ماه زمین در یک راستا) که به آن ماه نو می‌گویند آغاز می‌گردد و تا به تقارن مشابه بعدی پایان می‌یابد.

از آنجائی که مدار گردش ماه کمی از دایره به دور بوده و تا اندازه‌ای به بیضی شباهت دارد از این‌رو سرعت گردش متغیری داشته و چرخش آن زمانی جلوتر و گاه عقب‌تر از گردش مداری انجام می‌شود و پدیده‌ای را بنام آزادش طولی که نوعی سرگردانی بوده و به امکان دیدار گونه‌های چپ و راست کره مزبور منتهی می‌گردد، موجب می‌شود.

از سوی دیگر زاویه میل محور ماه نسبت به سطح مدار آن نیز موجب می‌گردد تا ضمن گردش به دور زمین و طی‌نوعی سرجنبانی پاره‌ای‌ازنواحی قطبی آن در برابر دیدگان زمینی قرار گیرد و پدیده‌ٔ دیگری را بنام آزادش عرضی باعث گردد.

افزون بر آزادش های طولی و عرضی، چرخش محوری زمین نیز خود عامل دیگری است تا پدیده سومی بنام آزادش روزانه را مطرح سازد و طی آن هنگام طلوع ماه اندکی از وراء لبه باختری آن‌را در معرض‌دید قراردهد.

ترکیب آزادش های طولی‌وعرضی و روزانه، کلا" امکان دید ۵۹درصد سطح کره ماه را فراهم می‌سازد.

پدیده‌هائی بنام کشند و گرفت

TIDES & ECLIPSES

مردم روزگاران حتی بسیار گذشته می‌دانستند که‌میان طلوع و غروب ماه و برآمدن و فرونشینی آب دریاها بایستی رابطه‌ای وجود داشته باشد. اما چگونگی آن را نمی‌دانستند. نابغه بزرگ جهان دانش، اسحق نیوتن Isaac Newton برای نخستین بار بر این معما دست یافت و چگونگی پیدایش آن را به‌درستی بیان داشت. پدیده‌ٔ کشند یا جزر و مد، اساسا" زائیده‌ٔ نیروی جاذبه کره ماه است. بدیهی است آب دریاها در مقایسه با خشکی‌های زمین از قابلیت انعطاف و نرمی بیشتری‌برخوردار بوده وبالطبع در برابر نیروی کشش ماه کمتر ایستادگی می‌کند، به‌همین مناسبت‌توده‌های آب‌درزیرپای‌ماه‌انباشته‌می‌گردند وپدیده‌ای را بنام‌برکشند High Tide ایجاد می‌کنند.

همزمان با برکشند رو به ماه، برکشند دیگری در آن سوی کره زمین ایجاد می‌گردد که چگونگی آن بدینسان است.

طبیعتا" آبهای رو به ماه تحت تأثیر جاذبه کره مزبوربه‌سرعت به آبکوهه‌ٔ عظیمی مبدل می‌گردند و آبهای آن سوی زمین که از ماه به دورند کمتر متأثر گردیده و به اصطلاح عقب می‌مانند و آب‌توده عظیمی را در وراسوی کره زمین ایجاد می‌نمایند و بدینسان روزانه هر نقطه‌از سطح‌زمین دوبار دستخوش برکشند و دوبار هم دستخوش فروکشند Low Tide می‌گردد.

علاوه بر آماسیدن آبهای کره زمین، خشکی‌ها نیز از اثر جاذبه ماه در امان نبوده و دستخوش تورم می‌گردند که در مقایسه با آماس آبها کمابیش نامحسوس است.

علاوه بر جاذبه‌ٔ کره‌ٔ ماه، موقعیت خورشید و زمین نیز در میزان برکشند از نقش موٴثری برخوردارند. هنگامی‌که زمین در یک سو و خورشید و ماه در سوی دیگر قرار می‌گیرند، جاذبه خورشید به یاری ماه می‌شتابد و حداکثر مد را که مهکشند Spring Tide نامیده‌می‌شود پدیدمی‌آورند و زمانی که ماه در حالت تربیع اول و یا دوم قرار می‌گیرد، جهت جاذبه خورشید بر جهت جاذبه‌ٔ ماه عمود می‌شود و برکشند را به حداقلی بنام کهکشند Neap Tide مبدل می‌سازند.

رویهمرفته نیروی حاصله از جاذبه‌ٔ ماه، و لنگر و اصطکاک حاصله از پدیده‌ٔ برکشند، چرخش محوری زمین‌را به‌آرامی ترمز می‌کند و بدینسان بر طول شبانه روز زمینی می‌افزاید.

بررسی خطوط رشد و نمو سنگواره‌های مرجانی بیانگر آن است که در ۳۵۰ میلیون سال پیش طول شبانه‌روز زمینی حدود سه ساعت کوتاهتر از شبانه‌روز کنونی بوده و طول یک سال خورشیدی به چیزی حدود چهارصد روز بالغ می‌گردیده است .

بررسی‌هائی که روی سوابق بجای مانده از گرفت‌های گذشته بعمل آمده نشان می‌دهد که روند افزایش طول روزهای زمینی حدود ۰/۰۰۱۶ ثانیه در هر قرن است .

گرفت یا خسوف و کسوف *Eclipses*

زمین و ماه در نیمکرهٔ پشت به خورشید خود مخروط بسیار طویلی از سایه درفضا پدیدمی‌آورند . با عبور زمین ازمیان‌مخروط سایهٔ ماه پدیده‌ای بنام خورگرفت یا کسوف *Solar Eclipse* ایجاد می‌شود و برای آن دسته از زمینیان که در مخروط سایه قرار گرفته‌اند ، خورشید در پشت ماه پنهان می‌گردد و زمانی که ماه از میان مخروط سایه زمین عبور می‌کند ، پدیدهٔ دیگری بنام مه‌گرفت یا خسوف *Lunar Eclipse* ایجادمی‌شود که برخلاف خورگرفت که به نواحی محدودی منحصراست ، کره ماه درسراسر نیمکرهٔ زمین روی در نقاب می‌کشد و در تاریکی مخروط سایه‌زمین‌فرومی‌رود .

در پدیدهٔ مه‌گرفت اغلب ماه در تاریکی کامل فرو نمی‌رود ، بلکه پاره‌ای از پرتوهای خورشیدی که در برخورد با جو زمین به سوی ماه منحرف شده‌اند ، کره مزبور را با نور ضعیفی روشن می‌سازند و چهرهٔ ماه‌را با رنگی مسین و یا مایل به قرمز می‌آرایند و گاه در شرایطی متفاوت ماه را آنچنان تاریک می‌سازند که حتی با چشم معمولی و غیر مسلح هم دیده نمی‌شود . درصورتی‌که مراکز سه کرهٔ زمین و ماه و خورشید روی یک راستا قرار نگیرند، گرفت بطور ناقص ایجاد می‌شود . علاوه بر خورگرفت‌های کامل و ناقص، پدیدهٔ سومی نیز بنام خورگرفت حلقوی وجود دارد که چگونگی آن به‌طول مخروط سایه ماه بستگی دارد . به‌عبارت دیگر چنانچه طول مخروط سایه کوتاهتر از فاصله ماه تا زمین باشد و راس مخروط سایه ماه به سطح زمین نرسد ، ناگزیر قرص خورشید کاملا" بوسیله قرص ماه پوشیده نمی‌شود و به صورت حلقه‌ای نورانی از پشت ماه سر برمی‌آورد .

خورگرفت فقط زمانی بوقوع می‌پیوندد که‌ماه در مرحلهٔ ماه نو باشد و مه‌گرفت نیز هنگامی ایجاد می‌شود که‌ماه در مرحلهٔ بدر قرار داشته باشد اما از آنجائی که مدار ماه نسبت به مدار گردش زمین متمایل است ،لذا در هر ماه‌نو و یا بدر ،گرفت ایجاد نمی‌شود و فقط به زمانی منحصر می‌گردد که ماه در حدود گره‌های مدار خویش قرار داشته باشد .

بیشترین گرفتهائی که در عرض یک سال ایجاد می‌شود هفت است و کمترین آنها دو می‌باشد .

مدت زمان گرفت‌ها متفاوت است و به وضعیت هندسی زمین و ماه و خورشید بستگی دارد . مه‌گرفت کامل‌گاه تا یک ساعت و ۴۴ دقیقه به درازا می‌کشد و خورگرفت از ۷ دقیقه و ۴۰ ثانیه تجاوز نمی‌کند .

بابلیان باستان به درستی دریافته بودند که‌گرفت‌های کاملا" مشابه هر ۶۵۸۵ روز یا هر ۱۸ سال ۱۰ تا ۱۱ روز یک بار تکرار می‌گردند . این مدت را بابلیان قدیم ساروس *Saros* می‌گفتند . می‌گویند تالس *Thales* فیلسوف و ریاضی‌دان معروف یونانی به کمک ساروس ، گرفت ۲۸ مه سال ۵۸۵ پیش از میلاد را پیش بینی‌نموده بود .

گرفت‌های ماه (خسوف) از ۱۳۶۷ تا سال ۱۳۷۹ خورشیدی (۱۹۸۹ تا ۲۰۰۰ میلادی)

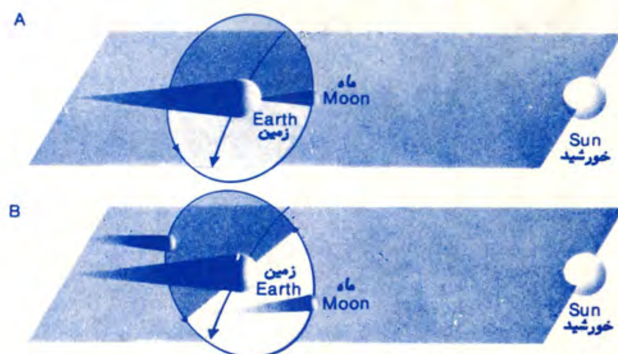
هجری شمسی	میلادی	نوع‌گرفت‌برحسب درصد
۳ اسفند ۱۳۶۷	۲۲ فوریه ۱۹۸۹	کامل
۲۶ امرداد ۱۳۶۸	۱۷ اوت ۱۹۸۹	کامل
۲۰ بهمن ۱۳۶۸	۹ فوریه ۱۹۹۰	کامل
۱۵ امرداد ۱۳۶۹	۶ اوت ۱۹۹۰	۶۸ درصد
۳۰ آذر ۱۳۷۰	۲۱ دسامبر ۱۹۹۱	۹۰ درصد
۲۵ خرداد ۱۳۷۱	۱۵ ژوئن ۱۹۹۲	۶۹ درصد
۱۹ آذر ۱۳۷۱	۱۰ دسامبر ۱۹۹۲	کامل
۱۴ خرداد ۱۳۷۲	۴ ژوئن ۱۹۹۳	کامل
۸ آذر ۱۳۷۲	۲۹ نوامبر ۱۹۹۳	کامل
۴ تیر ۱۳۷۳	۲۵ ژوئن ۱۹۹۴	۲۸ درصد
۲۶ فروردین ۱۳۷۴	۱۵ آوریل ۱۹۹۵	۱۲ درصد
۱۵ فروردین ۱۳۷۵	۴ آوریل ۱۹۹۶	کامل
۵ مهر ۱۳۷۵	۲۷ سپتامبر ۱۹۹۶	کامل
۴ فروردین ۱۳۷۶	۲۴ مارس ۱۹۹۷	۹۳ درصد
۲۵ شهریور ۱۳۷۶	۱۶ سپتامبر ۱۹۹۷	کامل
۶ امرداد ۱۳۷۸	۲۸ ژوئیه ۱۹۹۹	۴۲ درصد
۱ بهمن ۱۳۷۸	۲۱ ژانویه ۲۰۰۰	کامل
۲۵ تیر ۱۳۷۹	۱۶ ژوئیه ۲۰۰۰	کامل

گرفت‌های خورشید (کسوف) از ۱۳۶۷ تا ۱۳۷۸ خورشیدی
(۱۹۸۹ تا ۱۹۹۹ میلادی)

هجری شمسی	میلادی	منطقه	نوع گرفت
هفدهم اسفند ۱۳۶۷	هفتم مارس ۱۹۸۹	شمالگان	جزئی یا ناقص
نهم شهریور ۱۳۶۸	سی و یکم اوت ۱۹۸۹	جنوبگان	جزئی یا ناقص
ششم بهمن ۱۳۶۸	بیست و ششم ژانویه ۱۹۹۰	جنوبگان	حلقوی
سی و یکم تیرماه ۱۳۶۹	بیست و دوم ژوئیه ۱۹۹۰	فنلاند ، اتحاد جماهیر شوروی و ناحیه اقیانوس آرام	کامل
بیست‌وپنجم‌وبیست‌وششم بهمن ۱۳۶۹	پانزدهم‌وشانزدهم ژانویه ۱۹۹۱	استرالیا ، نیوزیلند ، اقیانوس آرام	حلقوی
بیستم تیر ۱۳۷۰	یازدهم ژوئیه ۱۹۹۱	اقیانوس آرام ، مکزیکو ، برزیل	کامل
چهاردهم و پانزدهم دی ۱۳۷۰	چهارم و پنجم ژانویه ۱۹۹۲	نواحی مرکزی اقیانوس آرام	حلقوی
نهم تیر ۱۳۷۱	سی‌ام ژوئن ۱۹۹۲	جنوب اقیانوس اطلس	کامل
سوم دی ۱۳۷۱	بیست و چهارم دسامبر ۱۹۹۲	شمالگان	ناقص
سی و یکم اردیبهشت ۱۳۷۲	بیست و یکم مه ۱۹۹۳	شمالگان	ناقص
بیست و دوم آبان ۱۳۷۲	سیزدهم نوامبر ۱۹۹۳	جنوبگان	ناقص
بیستم اردیبهشت ۱۳۷۳	دهم مه ۱۹۹۴	اقیانوس آرام ، مکزیکو ، ایالات متحدهٔ آمریکا و کانادا	حلقوی
دوازدهم آبان ۱۳۷۳	سوم نوامبر ۱۹۹۴	پرو ، برزیل ، جنوب اقیانوس آرام	کامل
نهم اردیبهشت ۱۳۷۴	بیست و نهم آوریل ۱۹۹۵	جنوب اقیانوس آرام ، پرو ، جنوب اقیانوس اطلس	حلقوی
دوم آبان ۱۳۷۴	بیست و چهارم اکتبر ۱۹۹۵	ایران ، هندوستان ، اقیانوس آرام	کامل
بیست و هشتم فروردین ۱۳۷۵	هفدهم آوریل ۱۹۹۶	جنوبگان	ناقص
بیستم مهرماه ۱۳۷۵	دوازدهم اکتبر ۱۹۹۶	شمالگان	ناقص
نوزدهم اسفند ۱۳۷۵	نهم مارس ۱۹۹۷	اتحاد جماهیر شوروی و شمالگان	کامل
یازدهم شهریور ۱۳۷۶	دوم سپتامبر ۱۹۹۷	جنوبگان	ناقص
هفتم اسفند ۱۳۷۶	بیست و ششم فوریه ۱۹۹۸	اقیانوس آرام ، اقیانوس اطلس	کامل
سی و یکم امرداد ۱۳۷۷	بیست و دوم اوت ۱۹۹۸	اقیانوس هند ، هند شرقی ، اقیانوس آرام	حلقوی
بیست و هفتم بهمن ۱۳۷۷	شانزدهم فوریه ۱۹۹۹	اقیانوس هند ، استرالیا ، اقیانوس آرام	حلقوی
بیستم امرداد ۱۳۷۸	یازدهم اوت ۱۹۹۹	اقیانوس اطلس ، انگلستان ، فرانسه ، ترکیه ، هندوستان	کامل



این عکس‌ها مراحل نخستین مهگرفت کاملی را که در ۲۴ ژوئن ۱۹۶۴ به وقوع پیوسته است نشان می‌دهد. بطوری‌که از چپ به راست دیده می‌شود، ماه به آرامی وارد مخروط سایه زمین گردیده و بتدریج در آن فرو می‌رود. آناکساگوراس *Anaxagoras* یونانی در سال ۴۵۰ پیش از میلاد با دیدن انحناء سایه زمین بر روی ماه به کروی بودن زمین پی برد.

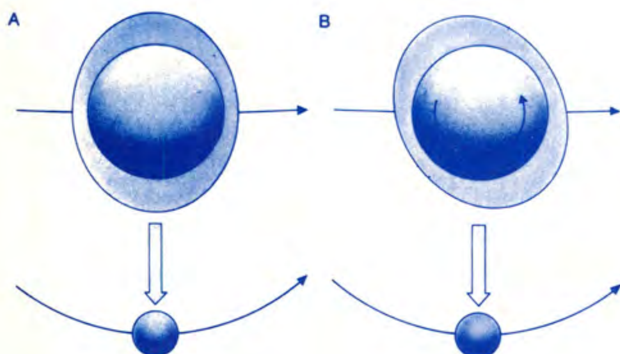


شرایط لازم برای گرفت

مدار گردش ماه نسبت به مدار گردش زمین متمایل است.

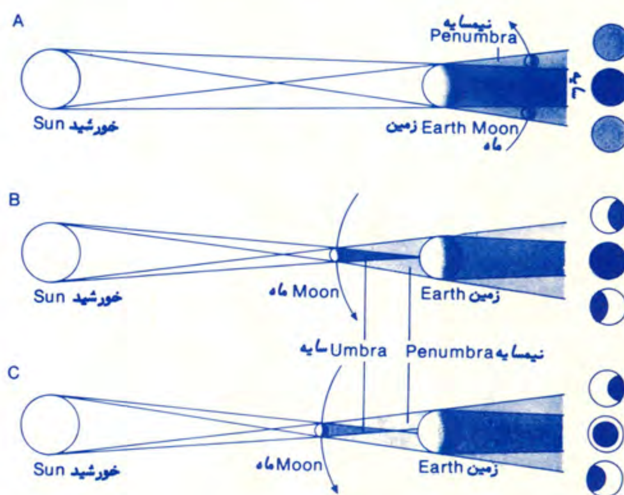
A ــ یک گرفت اعم از خسوف یا کسوف زمانی می‌تواند به وقوع بپیوندد که مراکز کره‌های ماه و خورشید و زمین روی یک راستا قرار گیرند.

B ــ در غیر اینصورت مدار کرات زمین یا ماه بالاتر و پائین‌تر از مخروط سایه قرار گرفته و کرات مزبور را از فرو رفتن در تاریکی به دور خواهند داشت.



A ــ برای تعریف پدیده‌ء کشند، بهتر است زمین را کره‌ء بدون چرخشی که گرداگرد آن را آب فرا گرفته است، فرض کنیم. در چنین حالتی آبهای رو به ماه از نیروی جاذبه ماه متاءثر و متورم می‌گردند و آبهای پشت به ماه که از تاءثیر جاذبه‌ء ماه به دورند نیز رویهم انباشته شده و آبکوهه‌ء عظیمی را در وراسوی زمین پدید می‌آورند.

B ــ اما از آنجائیکه زمین در چرخش و ماه در گردش است، لذا آبکوهه‌های مزبور پابپای گردش ماه حرکت می‌کنند و نقاط پیرامون زمین را روزانه دوبار دستخوش کشند می‌سازند.

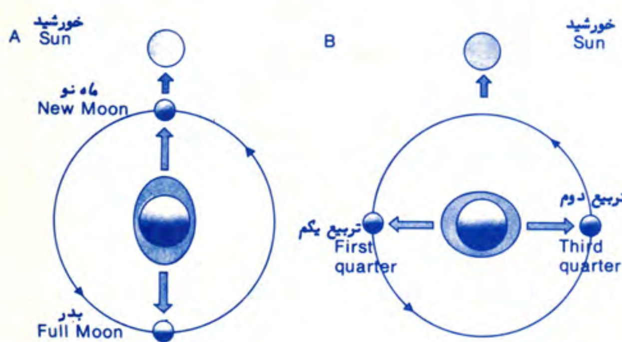


انواع گرفت

A ــ هنگام مهگرفت، ماه نخست از میان نیمسایه زمین عبور می‌کند و با فرو رفتن در مخروط سایه به تاریکی وارد می‌گردد و پس از آن دوباره به نیمسایه زمین وارد می‌شود.

B ــ خور گرفت کامل فقط به منطقه کوچکی که از برخورد راس مخروط سایه با زمین پدید آمده است منحصر می‌گردد. برای مناطقی که در نیمسایه ماه قرار دارند، خورگرفت ناقص است.

C ــ خورگرفت حلقوی هنگامی روی می‌دهد که ماه در نزدیکی‌های اوج مدار خویش باشد و مخروط سایه آن به زمین نرسد.



خورشید ماه متفقاً" روی کشند اثر می‌گذارند.

A ــ در مرحله‌ء ماه نو یا بدر، جاذبه خورشید به یاری جاذبه ماه می‌شتابد و پدیده‌ء مهکشند را ایجاد می‌کنند.

B ــ در مراحل تربیع اول و دوم نیروی جاذبه خورشید تا اندازه‌ای از نیروی جاذبه‌ء ماه می‌کاهد و پدیده‌ای بنام کهکشند را موجب می‌گردد.

ساختمان درونی ماه

INTERIOR

تراکم متوسط کرهٔ ماه ۳/۳۴ برابر تراکم آب است که ناچیز بودن نسبی آن در مقایسه با تراکم زمین برابر ۵/۵ بخوبی روشن می‌گردد. این وضعیت روشنگر آن است که کرهٔ ماه برخلاف کره زمین بایستی فاقد توده مرکزی سنگین و سرشار از آهن باشد. تحقیق درزمینه سردی ویاگرمی درون ماه مدت‌ها دانشمندان را بخود مشغول می‌داشت.

پژوهش‌هائی که به کمک سفینه‌های آپولو *Apollo* ۱۵و۱۷ به عمل آمده، نشان می‌دهد که به‌ازاء ۲ متر افزایش ژرفا یک درجه کلوین بر دمای درونی ماه افزوده می‌شود. با این ترتیب نظریه سرد بودن کره ما را بایستی به یک سو نهاد و آن را جزء اجرام گرم منظومه خورشیدی بشمار آورد.

ماه لرزه

Moonquakes

پدیدهٔ زمین‌لرزه امواج گوناگونی در زمین ایجاد می‌کند که پاره‌ای از آنها به اعماق زمین نفوذ کرده و حتی به درون تودهٔ گداخته مرکزی راه می‌یابند و اطلاعات بس مهمی در زمینه ساختمان درونی زمین در دسترس ما قرار می‌دهند. لرزه‌نگاری نصب شده در ماه و مهنوردها وجود سه نوع ماه‌لرزه را گواهی می‌کنند. نخستین نوع ماه‌لرزه، ارتعاشاتی هستند که بر اثر برخورد شهاب‌سنگ‌ها *Meteorites* به سطح کره مزبور پدید می‌آیند.

دومین لرزه‌ها را سقوط اجسام ساخت دست بشر مانند مدول *Modules* مهنوردها یا انفجارهای مصنوعی در ماموریت‌های آپولوایجاد می‌نمایند. و بالاخره سومین لرزه‌ها را به حرکات درونی کره ماه مربوط می‌دانند.

مهمترین لرزه به ثبت رسیده، به ماه لرزه ژوئیه سال ۱۹۷۲ متعلق است که در پی برخورد شهاب‌سنگی به وزن هزار کیلوگرم با سطح کرهٔ ماه پدید آمده است. سقوط مدول مهنوردها نیز نتیجه شگرفی را به ارمغان آورده و نشان داده است که لرزه‌های حاصله از سقوط اینگونه اجسام تا حدود یک ساعت ادامه داشته است.

سومین گروه لرزه‌ها که به خود ماه بستگی دارند بر دو گونه‌اند، لرزه‌های ژرف که در عمق ۶۰۰ تا ۹۵۰ کیلومتری ژرفای ماه روی می‌دهند و منشاء کشندی یا جاذبه‌ای *Tidal* دارند، و لرزه‌های سطحی که بر اثر اختلاف دمای شدید بخش‌های تاریک و روشن ماه



ساختمان ماه
ساختمان ماه کلا" با ساختمان زمین متفاوت است. پوسته و گوشته ماه ضخیم‌تر از پوسته و گوشته زمین است و دمای درونی آن کمتر از زمین می‌باشد. سنگ‌های پوستهٔ ماه که سنگپوش یا رگولیت نام دارند تا عمق ۶۰ کیلومتری ادامه یافته است. در زیر پوسته، گوشتهٔ ماه واقع شده و در زیر آن سستکره قرار دارد که احتمالا" بخشی از آن به حالت گداخته است. و سرانجام توده محتملا" فشرده‌ای نیز در مرکز آن جای دارد که ساختمان آن بدرستی شناخته نیست.

و انبساط و انقباض سنگهای پوستهٔ ماه تولید می‌کردند.

ماه لرزه‌های عمیق معمولا" در موقعیت حضیض ماه که کره مزبور بشدت تحت تأثیر جاذبه زمین قرار می‌گیرد، به وقوع می‌پیوندد.

شدت ماه لرزه‌ها هیچگاه از دو درجه ریشتر تجاوز نمی‌کند و تعداد آنها بطور متوسط سالانه به حدود ۳۰۰۰ می‌رسد.

ساختمان ماه

Structure

بررسی رفتار امواج ماه‌لرزه چه طبیعی و چه مصنوعی، نشان‌دهندهٔ آن است که ساختمان ژرفای یک کیلومتری سطح ماه نسبت به پوسته سنگپوشی یا رگولیتی *Regolithie* آن کاملا" دگرگون است.

در ژرفای ۲۰ کیلومتری، سرعت امواج فزونی می‌یابد و به ۶ کیلومتر در ثانیه می‌رسد. این وضعیت گویای آن است که در این ژرفا توده‌هائی از سیاهسنگ *Basalt* وجود دارد که متناسب با افزایش عمق بر تراکم آنها افزوده می‌گردد. در ۲۰ کیلومتری عمق ماه بر سرعت امواج دوباره افزوده می‌شود و به ۷ کیلومتر در ثانیه می‌رسد و تا ژرفای ۶۰ کیلومتری همچنان ثابت می‌ماند. چنین رفتاری وجود احتمالی ترکیبات گابروئی *Gabro* را بیان می‌دارد. با وجودی که سرعت امواج در پائین‌تر از حد زیرین پوستهٔ ماه بازهم فزونی می‌یابد و به ۹ کیلومتر در ثانیه بالغ می‌گردد، مع‌الوصف تا این تاریخ* آگاهی درستی از ساختمان آن در دست نیست. اما بطور اجمال می توان گفت که سنگهای زیر پوستهٔ ماه که تا ژرفای ۱۵۰ کیلومتری همچنان ادامه دارند، احتمالا" از نوع پیروکسن *Pyroxene* و الیوین

* سال ۱۹۸۴ تاریخ انتشار نسخه اصلی کتاب. م

Olivine نسبتا" متراکم می‌باشند. در زیر این لایه و تا عمق هزار کیلومتری لایه‌ای بنام سنگکره *Lithosphere* وجود دارد که بسیار سخت و استوار است. در زیر لایه مزبور لایه نرم‌تری بنام سستکره *Asthenosphere* موجود است که قطر آن به حدود ۱۲۰۰ تا ۱۸۰۰ کیلومتر می‌رسد و احتمالا" با کمی مواد گداخته همراه است. و سرانجام نوبت به هسته یا توده مرکزی می‌رسد که ترکیبات آن هنوز بدرستی شناخته نشده.

بهرحال اطلاعات ما نه‌تنها از ساختمان توده مرکزی ماه ناقص است، بلکه از ساختمان اعماق زیاد ماه نیز آگاهی کاملی نداریم و باید در انتظار ماه‌لرزه‌های حاصل از سقوط شهابسنگ‌های بزرگ باشیم تا با پی‌گیری رفتار آنها بر اطلاعات بیشتری دست یابیم.

و اما راجع به چگونگی میدان مغناطیس ماه باید گفت تقریبا" هیچ!. پژوهش‌هائی که از سال ۱۹۵۹ (تاریخ سفر لونای ۲) تا به امروز بعمل آمده ناچیزبودن میدان مغناطیس کره‌ٔ ماه را نشان می‌دهد. بررسی‌های مغناطیس دیرین گویای آن است که حدود ۳۰۰۰ میلیون سال پیش میدان مغناطیس نسبتا" قابل‌توجهی در ماه موجودبوده که امروزه تقریبا" محوگردیده است.

رگولیت

REGOLITH

ماه برخلاف بیشتر سیارات منظومه خورشیدی که از تنوع و چشمگیری رنگ بهره‌مند هستند، کره‌ای است خاکستری یکنواخت که جز لکه‌های سیاه متعلق به سایه بلندی‌ها و عوارض مرتفع چیز چشمگیر دیگری ندارد.

سطح ماه را لایه‌ای بنام رگولیت *Regolith* (سنگپوش) پوشانیده که از خرده سنگ‌ها و خاکهائی که روی یک سنگبستر سراسری آرمیده‌اند تشکیل یافته است. ستبرای رگولیت در نواحی مختلف فرق می‌کند، بطوری که در مناطقی چون دریاهای ماه به ۴ تا ۵ متر می‌رسد و در بلندی‌ها بین ۱۰ تا ۳۰ متر در تغییر است و در پاره‌ای جاها از چند سانتی‌متر تجاوز نمی‌کند. رگولیت پاره‌ای مناطق ماه آنچنان نرم است که جای پا را بخوبی در خود مشخص می‌سازد و برای مدت‌های طولانی آنها را همچنان حفظ می‌کند، زیرا در ماه جوی وجود ندارد تا عوامل فرساینده‌ای چون باد و باران و یخبندان این‌گونه آثار را فرسوده و نابود سازند. البته این بدان مفهوم نیست که آثاری چون جای پا برای همیشه جاودان مانده و تغییری در آن پدیدنیاید، بلکه بمباران شهاب‌سنگ‌ها و غبارهای کیهانی طی سالیان دراز که شاید از عمر آدمی نیز فراتر رود آنها را به‌مرور نابود می‌سازند و از میان می‌برند.

از آنجائی که سطح ماه احتمالا" در همان روزهای آغازین پیدایش سیارات سرد و منجمد گردیده، لذا عمر رگولیت را می‌توان تا حدود چهار هزار میلیون سال برآورد نمود.

رگولیت‌های نمونه‌ای که از ماه به زمین آورده شده، علاوه بر اینکه همانندی عناصر سازنده‌پوسته‌ٔ ماه و زمین را نشان می‌دهند، راه را برای



نرمی رگولیت پاره‌ای نواحی ماه آن‌چنان است که جاپاها را بخوبی درخودنگه‌می‌دارد. نشانه‌های مدوری که در این عکس دیده می‌شوند متعلق به کفشک‌های مهنورد سورویر ۳ است که پیش از آرامش کامل دو سه بار با سطح ماه تماس حاصل کرده است.

ارزیابی سن زمین و دیگر سیارات هموار می‌کنند و گوشه‌های تاریک سرگذشت خانواده خورشید را روشن می‌سازند.

علاوه بر رگولیت، مقدار زیادی سنگ‌های آسمانی در سطح ماه یافت می‌شود که آنها نیز پیام‌آورانی از سرگذشت منظومه خورشیدی محسوب می‌گردند.

سرگذشت ماه

LUNAR CHRONOLOGY

در زمینهٔ منشاء و پیدایش ماه پندارهای بسیاری موجود است. همان طوری که در پیش نیز اشاره شد، نسبت میان اندازه‌های ماه و زمین در مقایسه با اندازهٔ دیگر سیارات و اقمارشان آنقدر بزرگ است که تصور دوقلو بودن سیاره زمین را مطرح ساخته و بجای اینکه ماه را قمری برای زمین بشمار آورند، آن را همزادی برای سیاره مسکونی ما محسوب داشته‌اند.

بطور کلی فرضیاتی که در زمینهٔ منشاء و پیدایش ماه ارائه شده به‌سه گروه جدایش *Fission*، رُبایش *Capture* و همزادش *Binary Accretion* تقسیم می‌گردند.

فرضیهٔ جدایش نخستین‌بار بوسیلهٔ جی. اچ داروین *G.H. Darwin* پسر چارلز داروین معروف درسال ۱۸۷۸ ارائه‌گردیده. بر اساس این پندار، زمین و ماه در آغاز تودهٔ یک پارچه چرخنده‌ای بوده‌اند که سرعت چرخش آن را نخست به شکل گلابی درآورده و سپس به شکل دَمبِل دگرگون ساخته و سرانجام با پاره‌شدن گلوگاه دَمبِل بخشی‌از آن جداگردیده و جرم مستقلی را بنام ماه پدید آورده است. امروزه این‌نظر با تمام ظواهر پذیرنده‌اش،

دریاهای ماه

MARIA

حدود ۱۵ درصد سطح ماه را دشت‌های خاکستری رنگ پهناوری بنام دریاهای ماه* فرا گرفته است که در مقایسه با دیگر عوارض سطح ماه کاملا " چشمگیر و مشخص هستند و حتی با چشم‌های غیرمسلح نیز از زمین دیده می‌شوند .

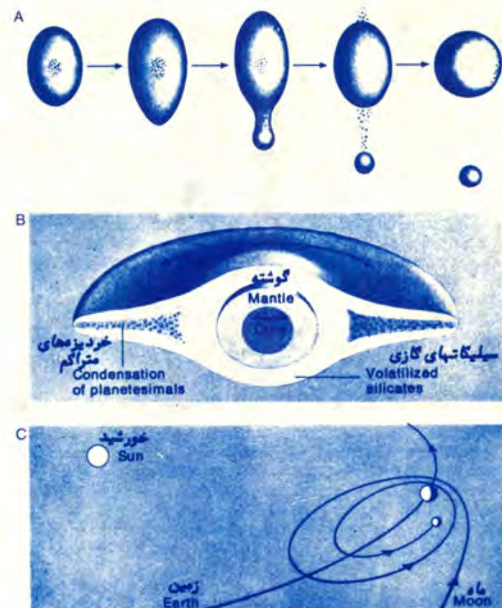
دریاهای ماه بر دو گونه‌اند ، منظم و نامنظم . دریاهای منظم آنها هستند که دارای شکل مدورند و پیرامون آنها را کمابیش کوههائی فرا گرفته است . سطح پاره‌ای از این دریاها به ویژه آنهائی که در نیمکرهٔ پشت به زمین ماه قرار دارند بین ۲ تا ۵ کیلومتر پائین‌تر از سطح شعاع متوسط کرهٔ ماه است .

یکی از مهمترین دریاهای ماه دریای ایمبریوم Mare Imbrium است که پهنه وسیعی از سطح ماه را به خود اختصاص داده و پیرامون آن را کمابیش کوههای مرتفعی فرا گرفته است . البته کوههای سطح ماه هیچگونه تشابهی با کوههای زمین ندارند ، بلکه عوارضی هستند که دریاهای ماه را بصورت دیواره‌های بلندی دربر گرفته‌اند و یا بر اثر بمباران‌های شهابی متورم شده‌اند .

پاره‌ای ازگودهای Craters سطح ماه آنقدر پهناورند که به‌سختی می‌توان آنها را از دریاهای ماه تمیز داد . تا پیش از آغاز عصر فضا از آن



دریاهای ماه
بخش وسیعی از نیمکره روبه‌زمین ماه را دشت‌های پهناوری بنام دریاهای ماه فراگرفته است . حال آنکه در نیمکرهٔ پشت به زمین وضع کاملا " دگرگونه است . چگونگی این اختلاف را احتمالا " باید با اثرات جاذبه زمین در ارتباط دانست .



پیدایش ماه
A ــ بر اساس فرضیه جدایش ، ماه روزگاری بخشی از زمین بوده ، ولی به دلیل سرعت زیاد چرخش زمین از آن جدا شده و به فضا پرتاب گردیده است .
B ــ مطابق فرضیه همزادش ، کره ماه از انبوهش خرده‌یزه‌ها و غبارهائی که در پیرامون زمین آغازین بصورت حلقه‌ای درگردش بوده‌اند پدید آمده و یا ماه و زمین همزاد یکدیگر بوده و همزمان تشکیل یافته‌اند .
C ــ برابر فرضیهٔ ربایش ، ماه در آغاز جرم مستقلی بوده و بوسیله میدان جاذبهٔ زمین به دام افتاده است .

بدلیل مسائل زیادی که از جنبه ریاضی مطرح می‌سازد ، مردود شناخته شده و طرفداری ندارد .

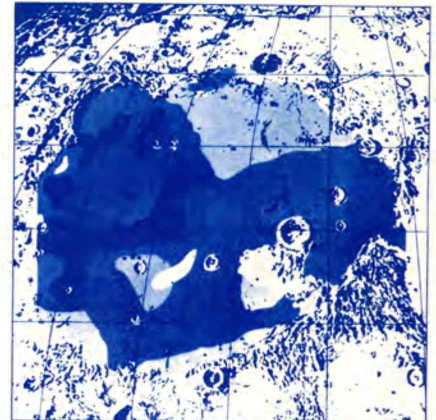
نظریه دوم که هواداران بیشتری به گرد خویش جمع آورده ، بر این پایه است که ماه در آغاز سیاره مستقلی بوده که نزدیکی زیاد آن با زمین ، به کام زمینش کشانده و آنچنان گرفتارش ساخته که دیگر رهائی از آن میسر نگردیده است . با وجودی که این پندار پرسش‌های چندانی را مطرح نمی‌سازد ، ولی بدلیل فرضیات فراوانی که بهمراه دارد بعنوان یک پندار رزرو انتخاب گردیده است . و سرانجام بموجب سومین نظریه ، ماه و زمین هماهنگ و همزمان با دیگر سیارات منظومه خورشیدی در کنار هم زاده شده‌اند و به دلیل نزدیکی به هم تحت تأثیر جاذبه متقابل قرار گرفته و ارتباط گرانشی پیدا کرده‌اند .

نظریه مزبور را اینگونه نیز می‌توان بیان داشت که مواد متشکله ماه در آغاز بصورت حلقه‌ای پیرامون زمین قرار داشته که از اجتماع و انبوهش آنها ماه امروزی پدید آمده است .

با وجودی که در حال حاضر تصمیم‌گیری در این زمینه که میان این دو نظریه کدام صحیح‌تر است؟ کار مشکلی است ، اما مسلم این است که زمین و ماه از مواد کاملا" مشابهی ساخته شده‌اند و در آن هیچ تردیدی نیست .

---

*از واژه دریاهای ماه نباید مفهومی به معنای دریاهای زمین را انتظار داشت . علت این‌که دشت‌های پهناور ماه را به دریاهای ماه نامگذاری کرده‌اند ، اشتباهی بوده که از روزگاران گذشته ماه‌شناسان مرتکب شده و دشت‌های ماه را دریاهائی پنداشته‌اند و آنها را به همین عنوان نامگذاری کرده‌اند . حفظ واژه دریاهای ماه فقط برای گرامی‌داشت ماه‌شناسان قدیم و رعایت سوابق تاریخی آن بوده است . م



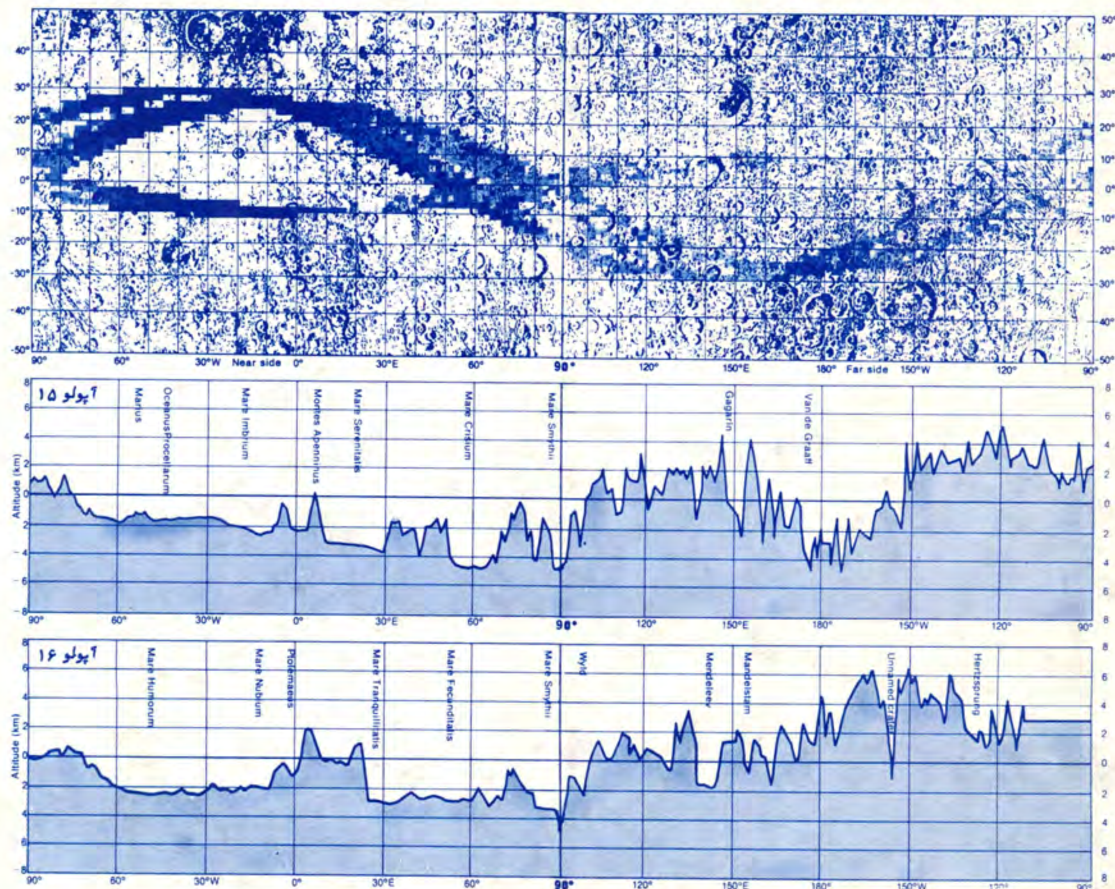
دریای ایمبریوم
اختلاف رنگ و تراکم گودهای شهابی در این عکس که از دریای ایمبریوم گرفته شده به خوبی محسوس است. رنگ روشن کهن‌ترین گدازه‌ها و رنگ تیره جوان‌ترین گدازه‌ها را نشان می‌دهد.

سوی ماه ابدا" آگاهی نداشتیم . در سال ۱۹۵۹ لونای ۳ چشم زمینیان را به آن سوی کره ماه متوجه نمود و برای نخستین بار گوشه‌ای از جهان ناشناخته را در برابر دیدگان حیرت‌زده‌ٔ ساکنان کره خاکی نمایان ساخت و دریافتیم که وضعیت در آن سوی کرهٔ ماه کاملا" دگرگون است و از دشت پهناوری چون دریاهای این سو تقریبا" خبری نیست . نخستین عارضه چشمگیری که در اولین عکس های مخابره شده توسط لونای ۳ به چشم می‌آمد ، دشت تیره‌ای است به قطر حدود ۴۲۰ کیلومتر بنام دریای مسکووینس *Mare Moscoviense* که با تمام عظمتش باز در برابر دریای ایمبریوم خیلی کوچک است . چگونگی این اختلاف را احتمالا" بایستی در همزمانی چرخش و گردش ماه و دوری آن سوی ماه از اثرات جاذبه زمین جستجوکرد .

بلندی‌های ماه

HIGHLANDS

بلندی‌های ماه را بایستی جزو کهن‌ترین بخش های چهرهٔ ماه بشمار آورد ، زیرا نخستین بخش هائی‌ازماه که سردومنجمد گردیده‌اند ، بلندی‌ها یا کوههای ماه بوده‌اند . آزمایش هائی که بوسیله مهناوهای آپولو بعمل آمده نشان می‌دهد که‌تراکم مواد متشکله بلندی‌های ماه ۲/۷۵ تا ۳ برابر آب است، حال آن که این رقم برای دریاهای ماه به ۳/۳ تا ۳/۴ برابر آب فزونی می‌یابد ، به همین مناسبت شاید بتوان اصل همستادی را در مورد ماه نیز صادق دانست .



نواحی فعال رادیواکتیو
مهناوهای فرماندهی آپولو ۱۵ و ۱۶ مجهز به طیف سنج‌های اشعه γ ، میزان رادیواکتیویتهٔ طبیعی خاک ماه را اندازه‌گیری کرده و عناصر پرتوزائی را چون توریم ، اورانیوم و پتاسیم در خاک ماه کشف کرده‌اند . در این نقشه تیره‌ترین سایه‌ها بالاترین سطح رادیواکتیویتهٔ خاک ماه را نشان می‌دهند .

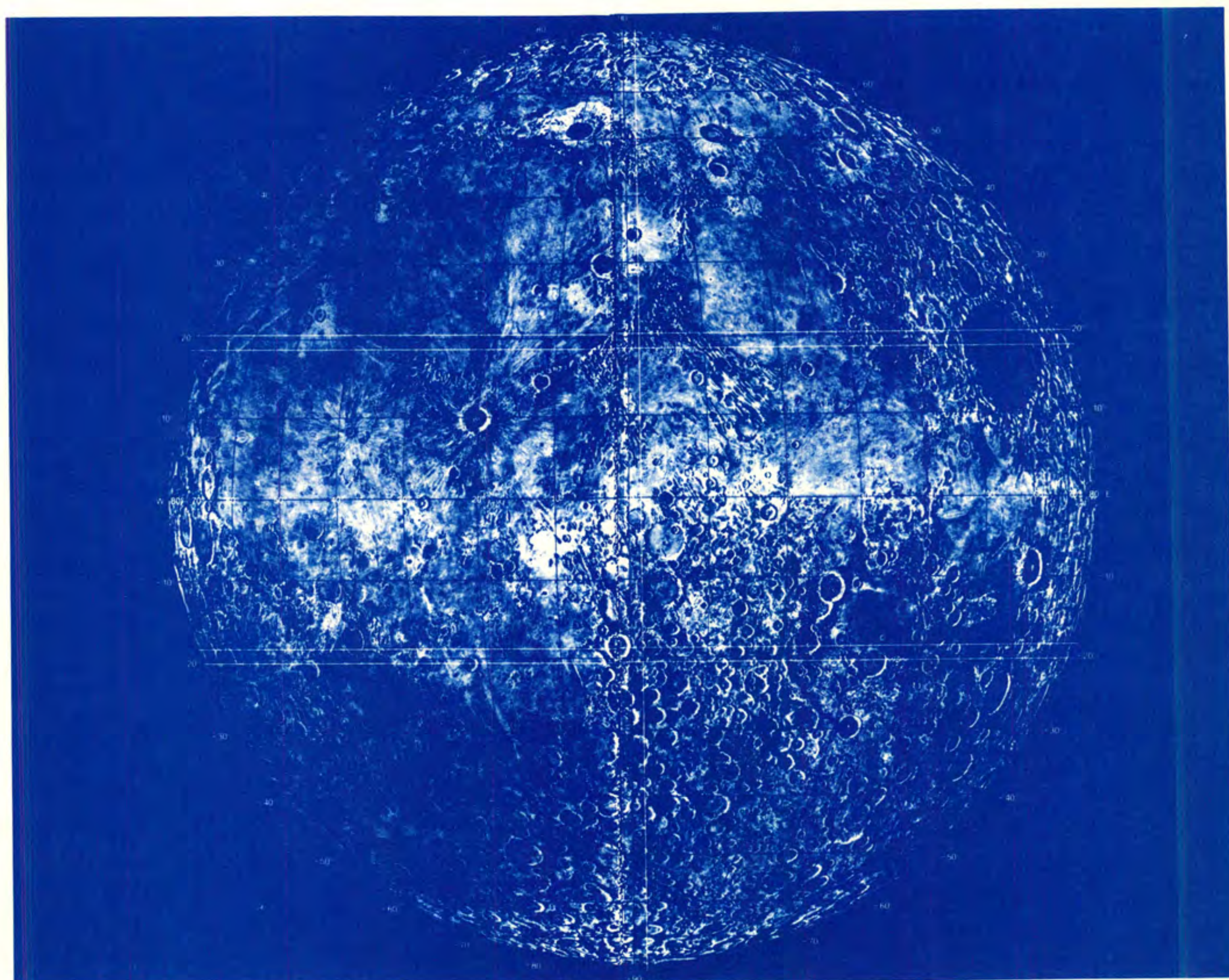
گودهای ماه

LUNAR CRATERS

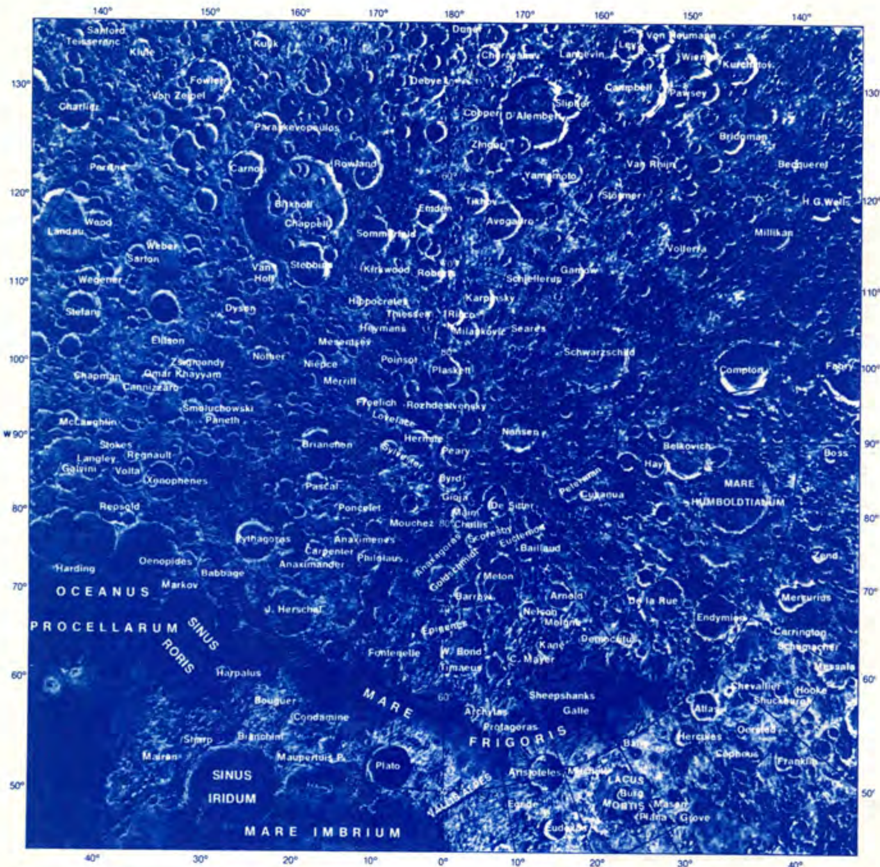
تقریبا" سراسر چهرهٔ ماه را گودهای شهابی *Craters* بیشماری آبله‌گون ساخته، پاره‌ای از این گودها به اندازه‌ای پهناورند که به دشت‌ها یا دریاهای ماه شباهت دارند. بطور نمونه یکی از گودهائی که درلبه‌جنوب باختری نیمکره رو به زمین‌ماه قرار دارد، گودی‌است بنام بیلی *Bailly* که حدود سیصد کیلومتر قطر دارد.

گودهای ماه کلا" مدورند و پاره‌ای از آنها مانند گود تیکوبراهه *Tycho* و گود کوپرنیک *Copernicus* مرکز یک دسته خط‌های شعاعی درخشان هستند که به ویژه هنگام بدر بخوبی از زمین دیده می‌شوند.

پیرامون بیشتر گودها را دیواره‌های بلندی که ارتفاعشان نسبت به سطح گود گاه به ۳/۵ کیلومتر می‌رسد فرا گرفته و در میان آنها یک قلهٔ مرکزی به چشم می‌خورد.

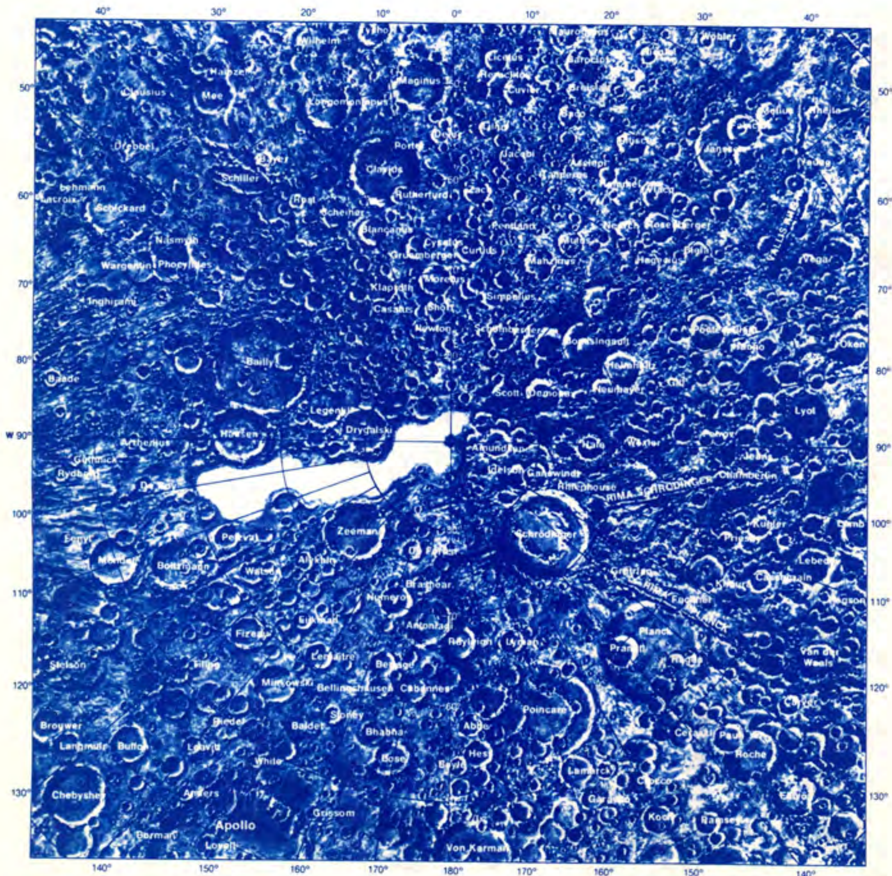


عکس نیمکرهٔ رو به زمین ماه
دریاها و گودها و کوههای ماه در این عکس بخوبی دیده می‌شوند. بیشتر این عوارض به گرامیداشت بزرگان دانش‌نامگذاری شده‌اند.



قطب شمال ماه

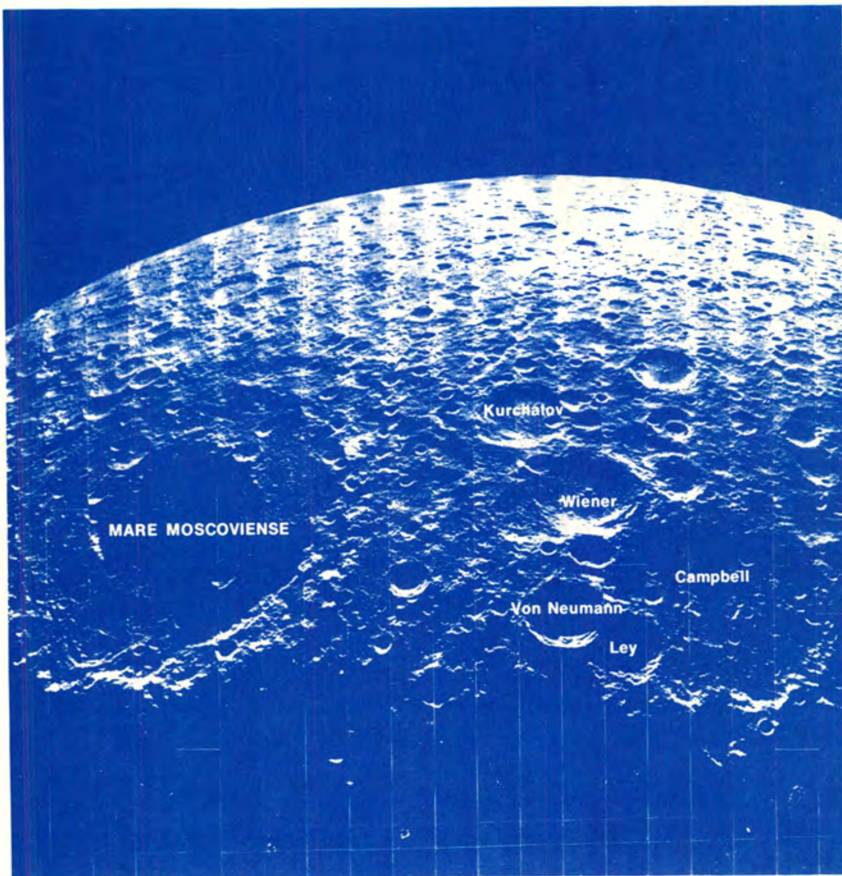




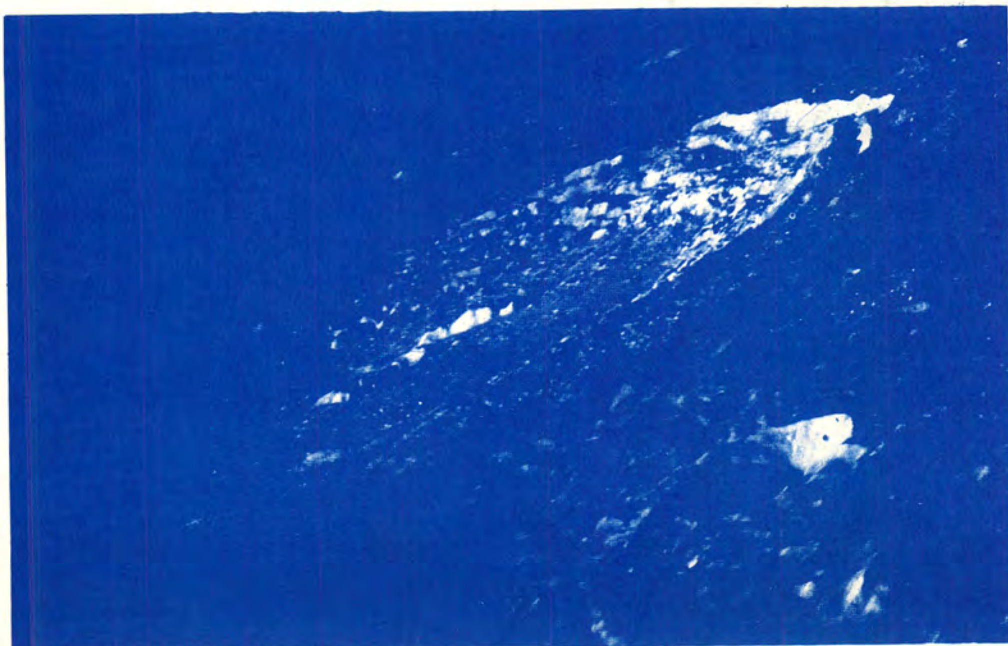
قطب جنوب ماه



بخشی از نیمکره پشت به زمین ماه ــ در این عکس دریای مسکووینس که از جمله عوارض چشمگیر و مشخص نیمکره مزبور است دیده می شود .

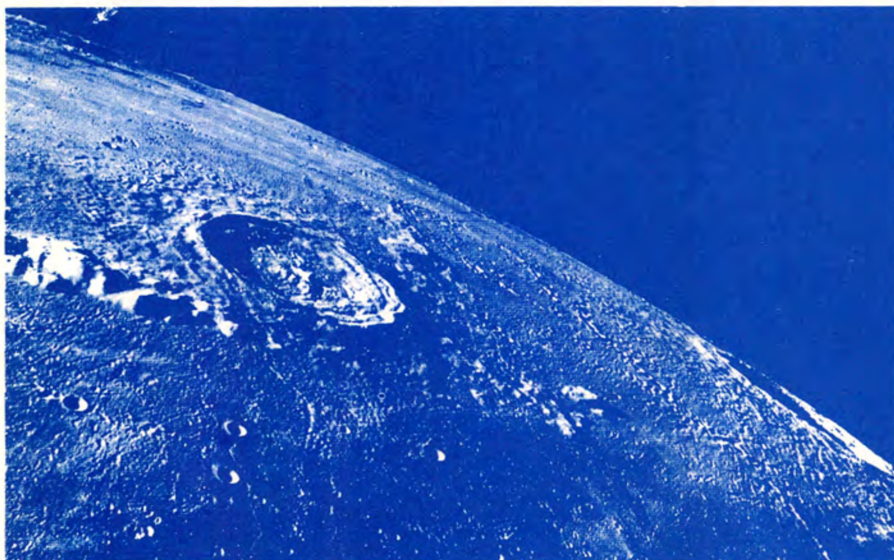


گودکوپرنیک همراه باقله مرکزی
و دیواره‌های آن . آپولو ۱۷

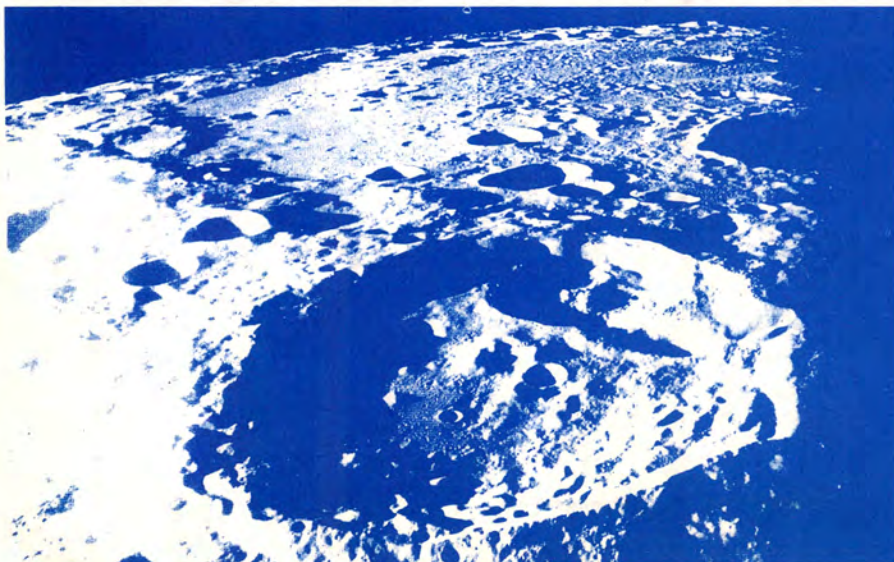




گود وان دوگراف که بوسیله چند گود کوچک‌تر آبله‌گون شده. آپولو ۱۷



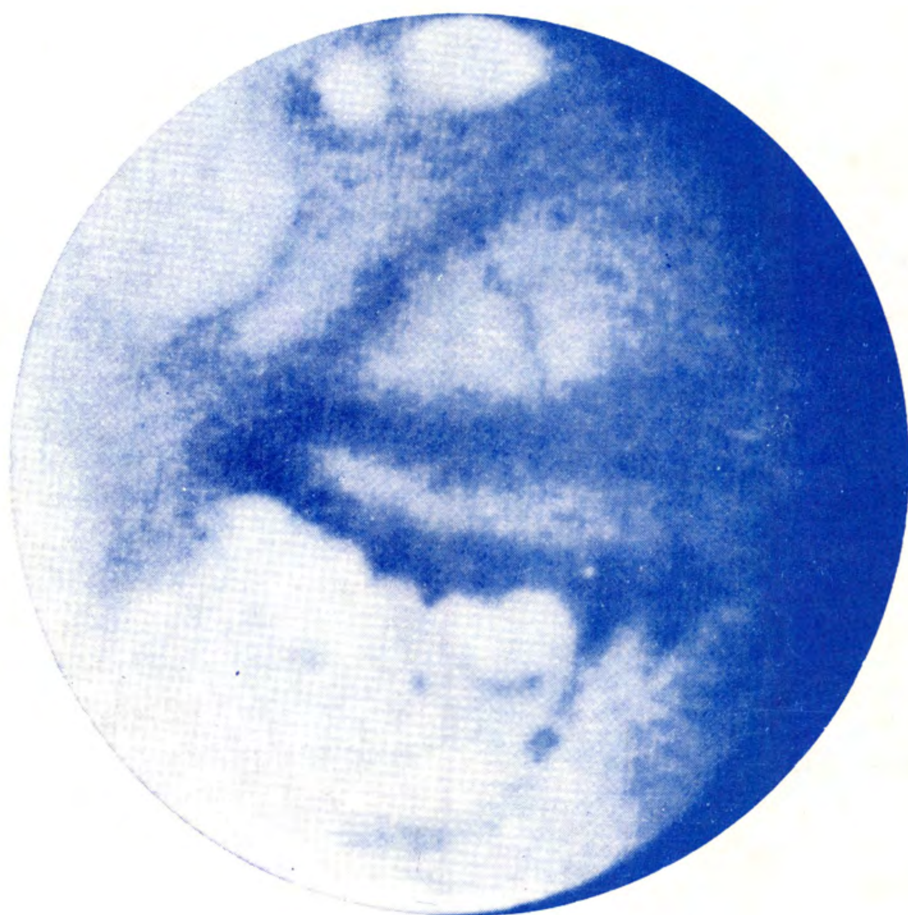
گود اراتستن. آپولو ۱۷



گودهای داپلر و کورولف
آپولو ۱۷

بهرام (مریخ)

MARS



ویژگی‌های بهرام

CHARACTERISTICS OF MARS

بهرام چهارمین سیاره منظومه خورشیدی است که در مداری بعد از زمین به گرد خورشید در گردش است. این سیاره دنیای کوچکی است و تا پیش از عصر فضا آن را زمین دوم می‌پنداشتند. بیشتر ستاره‌شناسان بر این باور بودند که جوّ بهرام به جو زمین شباهت دارد و قطب‌های آن از برف و یخ پوشیده‌شده و گونه‌ای حیات را در دامان‌خویش پرورش می‌دهد.

سیاره بهرام یکی از جرم‌های درخشان آسمان زمین است و به‌دلیل سرخی رنگ به مارس یا خدای جنگ نام‌گرفته است. مدت گردش بهرام ۶۸۷ روز زمینی است و مدار آن درمقایسه با مدار زمین به بیضی نزدیک‌تر است و فاصله آن تا خورشید بین ۲۰۶،۲۰۰،۰۰۰ تا ۲۴۹،۰۰۰،۰۰۰ کیلومتر در نوسان است. فاصله بهرام در نزدیک‌ترین موقعیت خود نسبت به زمین ۵۸،۴۰۰،۰۰۰ کیلومتر است و قطر ظاهری آن به ۲۴ ثانیه قوسی بالغ می‌گردد. (مقابله* این سیاره هر ۷۸۰ روز یک بار روی می‌دهد).

زاویه میل محور چرخش بهرام نسبت به سطح مدار آن ۲۴ درجه است که با میل محور زمین یعنی °۲۳/۴ درجه همانندی فراوان دارد، به‌همین دلیل سال مریخ نیز مانند زمین از چهار فصل مرکب است. با این تفاوت که یک سال بهرام ۲۳ ماه زمینی به درازا می‌کشد.

در فصل بهار، نیمکرهٔ شمالی بهرام رو به خورشید قرار می‌گیرد و سفیدی نواحی قطب شمال آن به مرور برطرف می‌شود و در نواحی معتدلهٔ آن لکه‌هائی سیاه پدیدار می‌گردد که به تدریج بر پهنهٔ آن افزوده‌می‌شود.

دمای متوسط بهرام درموقعیت پری هلیون ۴۰ درصد بیشتر از دمای آن در موقعیت افلیون است. مدت چرخش بهرام ۲۴ ساعت و ۳۷ دقیقه‌و ۲۲/۶ ثانیه است که فقط ۴۱ دقیقه از شبانروز زمین طولانی تر است.

بهرام سیارهٔ سردی است که دمای متوسط سطح آن بین ۱۴۸ تا ۳۱۰ کلوین در تغییر است. دمای گرم‌ترین ساعات نواحی نیمگانی (استوائی) بهرام به ۲۶ درجه سانتیگراد می‌رسد و در سردترین ساعات روز یعنی دقایقی پیش از سر زدن آفتاب تا ۱۱۱ــ درجه سانتیگراد کاهش می‌یابد و دمای‌نواحی‌قطبی‌آن‌در سرتاسر طول‌سال بندرت از ۱۲۳ــ درجه سانتیگراد گرم‌تر می‌شود.

قطر نیمگانی (استوائی) بهرام ۶۷۹۴ کیلومتروقطرقطبی‌آن ۶۷۵۹ کیلومتر است و جرم آن فقط ۰/۱۱ جرم زمین می‌باشد. سرعت گریز مریخ ۵ کیلومتر در ثانیه است و به همین مناسبت جورقیقی را برای‌خویش‌ذخیره ساخته است.

تراکم مریخ از زمین کمتر است و با رقمی برابر ۳/۹۳گرم درسانتی‌ــ مترمکعب، کمترین تراکم را در میان سیارات خاکی داراست. (غیر از ماه که تراکم آن اندکی از بهرام کمتر است).

رویهمرفته دانسته‌های ما در باره ساختار درونی بهرام محدود است و مشاهدات مستقیم به این پرسش که آیا سیاره مزبور دارای توده مرکزی است یا نه؟ هنوز جوابگو نیست.

نخستین سفینه‌ای که به دیدار بهرام شتافت، نشان داد که مریخ از میدان مغناطیسی ناتوانی برخوردار است. با وجود این‌که سفینهٔ مارینر۴ به مغناطکره مریخ وارد گردید، اما تشخیص این‌که میدان‌مزبورزائیدهٔ خود سیاره است و یا بوسیلهٔ بادهای خورشیدی القا شده، میسر نگردید. بهر صورت مریخ شناسان بر این گمانند که بهرام دارای یک‌تودهٔ مرکزی‌آهنین غنی است که از توده مرکزی زمین کوچکتر است و دمای آن بالطبع بایستی از دمای توده مرکزی زمین کمتر باشد.

بهرام از نظر شکل کره کاملی نیست و نیمکره‌های شمالی و جنوبی‌آن نابرابرند. نیمکره جنوبی مریخ نسبت به سطح مبنای ارتفاعات آن ۱ تا ۳ کیلومتر بلندتر است و گودهای شهابی فراوانی آن راآبله‌گون ساخته‌است. نیمکرهٔ شمالی از ارتفاع بسیار کمتری برخوردار است و همچنین تراکم گودهای شهابی آن نیز کمتر است.

چهرهٔ سیاره از فعالیت‌های آذرین قدیمی حکایت می‌کند وآثاری‌از آتشفشان‌های عظیم در سطح آن مشاهده‌می‌گردد. کانیون‌های بسیاری در سطح بهرام به چشم می‌خورد و آبراهه‌های فراوانی که از جریان سیل‌های ۳۰۰۰ میلیون تا ۳۵۰۰ میلیون سال پیش حکایت می‌کنند در آن دیده می‌شود وآثاری از آوارها ونهشتهای‌رسوبی نیز در سطح مریخ یافت‌می‌گردد. پوستهٔ بهرام کاملا" از عامل فرسایش متأثر است و بسیاری از گازهای آن هنوز در دل سیاره محبوسند.

چهرهٔ بهرام

Surface of the Mars

در سال ۱۹۷۱ مارینر۹ارسال‌تصاویربسیارخوبی‌رااز سطح بهرام‌آغاز کردونشان‌داد که عوارض سطح بهرام بسیارگوناگون است. عکس‌های دیگری که در سال ۱۹۷۵ بوسیله مدارپیماهای وایکینگ ارسال گردید، تهیه نقشه سراسری از چهرهٔ مریخ را امکان‌پذیر ساخت و کارشناسان را در طبقه‌بندی عوارض بهرام یاری نمود.

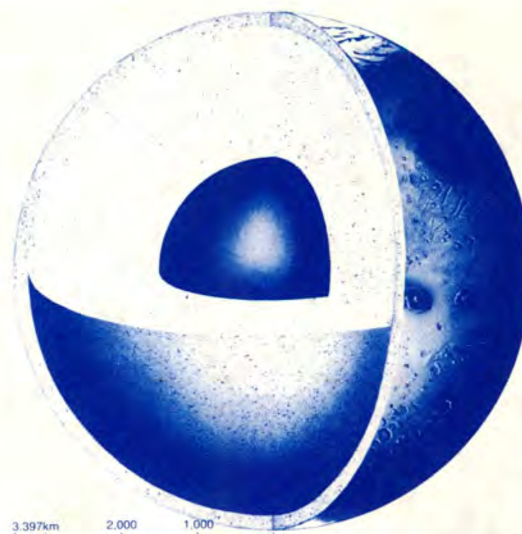
کلا" عوارض سطح مریخ را بشرح زیر می‌توان طبقه‌بندی کرد:

گودهای شهابی، آبکندها و کانیون‌ها، برآمدگی‌ها و ارتفاعات، شکافهای باریک و طویل، پستی‌ها و فرورفتگی‌ها، دره‌های درهم برهم، تختی‌ها و آتشفشانها و بالاخره دشت‌های هموار و فلات‌ها.



اندازهٔ بهرام ــ مریخ با قطری برابر ۶،۷۹۴ کیلومتر، نصف‌زمین و دوبرابر کرهٔ ماه است.

* قرار گرفتن خورشید و مریخ در دو سوی مقابل هم نسبت به زمین را مقابله *Opposition* می گویند. م



درون بهرام ــ کارشناسان بر این پندارند که بهرام دارای یک هسته مرکزی است که گرداگرد آن را سنگکره ستبری فرا گرفته و سراسر سطح آن را پوستهٔ نسبتاً" ضخیمی پوشانیده است .

شناسنامه بهرام Physical Data

قطر نیمگانی یا استوائی	۶۰۷۹۴	کیلومتر
پختی یا فشردگی قطبین	۰/۰۰۵۹	
جرم	$۶/۴۱۹۱\times۱۰^{۲۲}$	کیلوگرم
حجم در مقایسه با زمین برابر ۱	۰/۱۵	
تراکم در مقایسه با آب برابر ۱	۳/۹۳	
ثقل سطحی در مقایسه با زمین برابر ۱	۰/۳۷۹	
سرعت گریز	۵/۰۲	کیلومتر در ثانیه
مدت چرخش	۲۴/۶۲۲۹	ساعت
تمایل محور نسبت به سطح مدار گردش	۲۳/۹۸	درجه
نسبت بازتاب	۰/۱۶	

تاریخچه شناخت تلسکوپی بهرام

OBSERVATIONAL BACKGROUND

گالیله نخستین کسی است که در سال ۱۶۱۰ با تلسکوپ به دیدار بهرام رفت و دریافت که مریخ نیز از صوری کمابیش همانند ماه برخوردار است . اولین تصویر ارزشمند بهرام بوسیله کریستین هویگنس Christian Hoygens **در سال ۱۶۵۹ تهیه گردید . وی همچنین به چرخش ۲۴ ساعته یا روز بهرام پی برد که در مقایسه با مدت دقیق آن که برابر ۲۴ ساعت و ۳۷ دقیقه و ۲۲/۶ ثانیه است . از دقت کافی برخوردار است .**

جی . دی . کاسینی G.D. Cassini **ستاره‌شناس ایتالیائی کلاهک‌های سفید بهرام را در سال ۱۶۶۶ کشف کرد و در سال ۱۷۱۹ جی . مارالدی** G. Maraldi **در دنباله بررسی‌های کاسینی ، دریافت که کلاهک‌های قطبی بهرام دقیقا" بر قطب‌های کره مزبور متمرکز نیستند .**

ویلیام هرشل William Herschel **در خلال سال‌های ۱۷۷۷ تا ۱۷۸۳ وجود یخ و برف را در کلاهک‌های قطبی بهرام مسجل دانست و زمان چرخش محوری آن را که با واقعیت بسیار نزدیک بود ، محاسبه کرد .هرشل همچنین از چگونگی نور ستارگانی که در پشت مریخ قرار می‌گرفتند به جو رقیق بهرام پی برد و افزون بر آن میزان میل محور بهرام را نیز تعیین کرد و دریافت که راستای شمالی محور چرخش سیاره مزبور از ستاره‌ای بنام ذنب الدجاجه** Deneb **عبور می‌کند .**

بیشتر ستاره‌شناسان قدیم بر این پندار که لکه‌های سطح مریخ دریاهای سیاره مزبور می‌باشند همداستان بودند و نواحی روشن و نارنجی آن را قاره‌های بهرام می‌پنداشتند .

در سال ۱۸۶۰ ا . لیائیس E. Liais **ستاره‌شناس فرانسوی نظریه‌ای مبنی بر اینکه لکه‌های سیارهٔ مریخ بستر اقیانوس های پیشینی هستند که از انبوه روئیدنی‌ها پر گردیده ، ارائه نمود که تا ۲۰ سال پیش همچنان به قوت خویش باقی بود .**

وجود پدیده‌ای بنام ابرهای بهرام ضمن نقشه برداری از سیاره مزبور محقق گردید و برخی از مریخ شناسان را بر این گمان داشت تا آنها را گونه‌ای تندبادهای غبارین انگارند .

کانال‌های بهرام The Canals

جی .وی .شیپارلی G.V. Schiaparelli **ستاره شناس اهل میلان ، به‌کمک تلسکوپ‌های نسبتا" پیشرفته ، نقشه جدیدی از مریخ تهیه کرد و خطوط ظریف و مستقیمی را که از میان دشت‌ها و کویرهای بهرام می‌گذشتند ، کانال‌های آبیاری مریخیان پنداشت واظهار نظر کرد که مردمان هوشمند بهرام ، سیارهٔ خویش بوسیله شبکه‌ای از کانال‌های مصنوعی که آب را از نواحی قطبی به مناطق خشک و گرم ، یعنی محل سکونت ساکنان خیالی مریخ حمل می‌کنند ، آبیاری می‌نمایند .**

در سال ۱۸۸۶ وجود کانال‌های بهرام بوسیله دوتن ستاره‌شناس دیگر بنام پروتین Perrotin و تولون Thollon که از منعکس کننده‌های بزرگی برای دیدار بهرام استفاده کرده بودند ، تائید گردید و بعد ازآنها



مریخ از دید شیپارلی ــ شیپارلی نخستین ستاره‌شناسی است که در سال ۱۸۷۷ عوارضی را در سطح بهرام به نام کانالهای مریخ گزارش داده است .

نیز وجود کانال‌های مریخ تا مدت‌ها به گفتگو و مباحث ستاره شناسان گرمی بخشید و پرسی‌وال‌لوول Percival Lowell. بنیانگذار رصدخانه‌معروف ایالت اریزونا Arizona را نیز به مطالعه مریخ تشویق نمود. وی به‌کمک یک منعکس کننده ۶۱ سانتیمتری به دیدار بهرام شتافت و کتابهای چندی در تائید و چگونگی شبکه کانال‌های بهرام به رشته تحریر درآورد.

همزمان ستاره شناسان دیگری که آنها نیز از دستگاههای مشابهی استفاده کرده بودند وجود کانال‌های مریخ‌را انکار نمودند و آن‌ها را زائیده خطای دید انگاشتند، این مسئله تا زمان مسافرت سفینه‌های مارینرهمچنان در بوته ابهام و تردید باقی‌بود تا اینکه سطح سیاره مزبور به یاری چشم‌های تلویزیونی مارینر در برابر دیدگان زمینی قرار گرفت و به بحث کانال‌های بهرام برای همیشه پایان داده شد و رسماً" اعلام گردید که کانال‌های‌بهرام چیزی جز خطای کجنمائی Aberration عدسی تلسکوپها نبوده و چنین عوارضی اصلا" در سطح بهرام وجود ندارند.

تا چندی پیش، تغییرات دوره‌ای لکه‌های تاریک بهرام را به گونه‌ای اندامهای زیستی وابسته می‌دانستند و تا زمانی‌که سفر مارینر ۴ با موفقیت انجام یافت، این پندار کمابیش به قوت خود باقی بود. مارینر ۴ در سال ۱۹۶۵ از فاصله ده هزار کیلومتری سطح بهرام عبور کرد و پیام‌های شگرفی به زمین مخابره نمود و روشن ساخت که مریخ از جو رقیقی که فشار آن از ده میلی‌بار بیشتر نیست برخوردار است و گاز دی اکسید کربن عنصر عمدهٔ آن را تشکیل می‌دهد. مارینر ۴ همچنین مشخص ساخت که لکه‌های سیارهٔ مریخ از نسبت کم بازتاب پاره‌ای مناطق که گاه گودال و گاه فلاتهای بلندی هستند، حاصل می‌گردد.

پوستهٔ بهرام نیز همانند بسیاری از سیارات‌واقمارخاکی‌ازبمباران‌های شهابی در امان نمانده و کمابیش آبله‌گون گردیده است. در سال ۱۹۶۹ سفینه‌های آمریکائی مارینر ۶ و ۷ از کنار مریخ گذشتند و عکس‌های بسیار روشن و واضحی از سطح آن بزمین مخابره نمودند. در سال ۱۹۷۱مارینر ۹ درمدارنزدیکی به‌دوربهرام به‌گردش درآمد وطی‌کاوش‌هایی‌که‌تاسال۱۹۷۲ ادامه داشت، هزاران تصویر زیبا و روشن به زمین ارسال نمود. مارینر ۹ طی این کاوش‌ها آتشفشان‌های بلند و دره‌های ژرف و بستر رودخانه‌ها و مسیل‌های فراوانی را کشف نمود و برای نخستین بار از سراسر کره بهرام به دقت کافی نقشه‌برداری کرد.

نخستین سفینه از نوع وایکینگ مدارپیما Viking Orbiter در سال ۱۹۷۵ به مریخ روانه گردید و در ژوئن و اوت سال ۱۹۷۶ به حوالی بهرام رسید و در فاصلهٔ کوتاهی به دور سیارهٔ مزبور به گردش پرداخت و پس از نقشه‌برداری از فرودگاههای مناسب، آرام نشین خویش را در ۲۰ ژوئیه‌همان‌سال در نقطه‌ای به‌طول ۴۷/۵ درجه باختری و عرض ۲۲/۴درجه شمالی فرو نشانید. آرام‌نشین وایکینگ ۲ نیز در سپتامبر همان سال در نقطه‌ای از دشت اتوپیا Utopia به طول ۲۲۶ درجه و عرض ۴۸ درجه شمالی بر سطح بهرام فرو نشست و دستگاه لرزه‌نگار آن با موفقیت آغاز به کار کرد و آشکار گردید که لرزه‌های بهرام بسیار خفیف بوده و بندرت روی می‌دهند. بررسی‌های زمین‌شناسی نشان می‌داد که محل فرود آرام‌نشین‌ـ های مزبور از همانندی فراوانی از نظر ساختار برخوردار بوده و رنگ اراضی آنها به قرمز متمایل است و آثاری از بستررودخانه‌های‌قدیمی‌درآن مشاهده



بهرام از دید لوول ــ در سال ۱۸۹۵ لوول ستاره شناس نامدار، خطوطی را که شبکه‌های آبیاری مریخ می‌پنداشت در سطح بهرام مشاهده نمود و نشان داد که کانالهای مزبوراز قطب‌ها شروع گردیده و به سوی نواحی نیمگانی و خشک بهرام گسترش یافته‌اند.

می‌گردد و گرد و غبار قرمز رنگی که در هوا معلق است رنگی صورتی به‌آسمان مریخ می‌بخشد.

جوبهرام

ATMOSPHERE

بطور کلی جو بهرام درمقایسه با جو زمین از پیچیدگی بسیار کمتری برخوردار است، زیرا در مریخ اقیانوسی وجود ندارد تا روی دما و رطوبت اثر گذارد و افزون بر آن جو بهرام لایه‌ای است بسیار نازک‌تر و رقیق‌تر از جو زمین، به همین مناسبت به زودی گرم می‌شود و به سرعت دمای خودرا از دست می‌دهد.

سار جو مریخ کمتر از $\frac{1}{100}$ فشار جو زمین‌است و با فشار جو درارتفاع سی‌هزار متری سطح زمین برابری می‌کند. بدیهی است چنین فشاری به از دست‌رفتن تعادل و ایستائی مایعات کمک می‌کند و با جابجائی سطحی‌مواد، گرد و غبار شدیدی را در جو پیرامون بهرام پراکنده می‌سازد.

ترکیبات جو بهرام
Composition of the Atmosphere

۹۵ درصد جو بهرام را دی اکسید کربن فرا گرفته است، ۲ درصد را نیتروژن و بین ۱ تا ۲ درصد دیگر را هم آرگون اشغال نموده و بقیه به‌مقدار

کمی بخار آب ، مونواکسید کربن و اکسیژن و اوزون اختصاص یافته است .

گازهای جو بهرام همانند زمین از رها شدن گازهای درونی که عامل اصلی آن آتشفشانی است ، تولید گردیده‌اند .

وجود کلاهکهای سفید قطبی نشانه‌ای از موجودیت بخار آب در جو سیاره مزبور است . پژوهش های بعمل آمده ، نشان می‌دهد که کلاهک قطب شمال از یخ‌آب‌وکلاهک‌قطب‌جنوب‌ازیخ دی‌اکسید کربن تشکیل یافته است . چگونگی‌این‌اختلاف هنوز به‌درستی روشن نیست ، شاید توفان‌های غبارآلود یا دیوباد `Dust Storm` های مریخ که در نیمکره جنوبی تولیدمی‌گردند و به سوی نیمکره شمالی روان می‌شوند ، پدید آورندهٔ این وضعیت باشند .

جو مریخ برخلاف زمین فاقد لایه محافظ‌اوزون‌است و درنتیجه سطح آن در برابر تشعشات فرابنفش خورشیدی بی‌پناه مانده و اکسیداسیون‌مواد سطحی را باعث گردیده است .

بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که جو بهرام در گذشته دور بسیار انبوه‌تر و متراکم‌تر از جو امروزی بوده و فشار آن با فشار جو زمین برابری می‌کرده است . وجود گازهائی چون کریپتون ، آرگون و نیتروژن مؤید این گمان بوده و همچنین خشک‌رودها و مسیل‌های موجود درسطح سیاره وجود آبهای سطحی را یادآور می‌گردند .

بطور خلاصه ترکیبات جو بهرام بشرح زیر است :

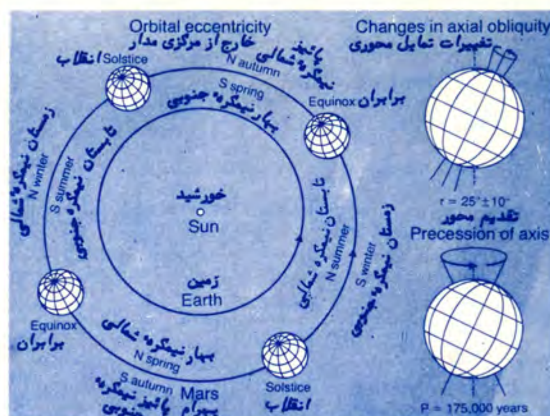
دی‌اکسید کربن	۹۵/۳۲	درصد حجم
نیتروژن	۲/۷	درصد حجم
آرگون	۱/۶	درصد حجم
اکسیژن	۰/۱۳	درصد حجم
منواکسید کربن	۰/۰۷	درصد حجم
بخار آب	۰/۰۳	درصد حجم
نئون	۲/۵	در میلیون حجم
کریپتون	۰/۳	در میلیون حجم
زنون	۰/۰۸	در میلیون حجم
اوزون	۰/۰۳	در میلیون حجم

آب‌وهوای بهرام

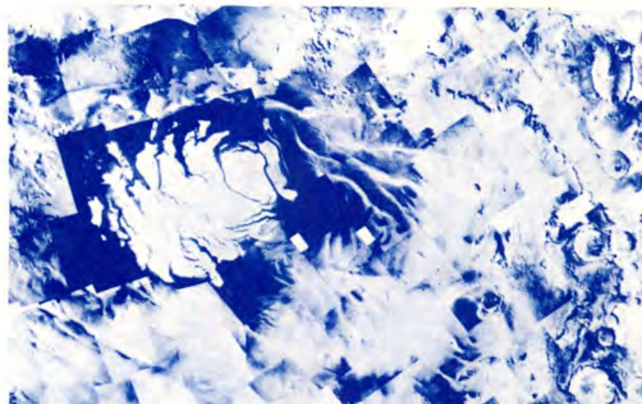
CLIMATE

آب و هوای بهرام تحت تأثیر عوامل مختلف مانند رقت بسیارزیاد جـو و بی‌پناهی آن در برابر تشعشات خـورشیـدی بشدت متفاوت است . دیوبادها یا توفان‌های غبارین که به ویژه در موقعیت پـری هلیون سیـاره شدت می‌یابند ، تعادل حرارتی کره مزبور را شدیداً مختل ساخته‌وثبات جوی آن را از میان می‌برند .

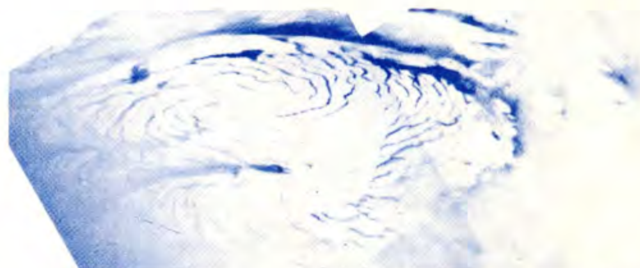
در زمستان ، اختلاف دما میان نواحی نیمگانی (استوائی) وقطبی‌به پیدایش بادهای غرب‌وزان *Westerlies* می‌انجامد و در تابستان ،



تغییرات اقلیمی
سال مریخ تقریباً" دو برابر سال زمینی به درازا می‌کشد و تمایل محورآن که به تمایل محور زمین بسیار شبیه است فصلهای چهارگانه سال را همانند زمین موجب می‌گردد . خارج از مرکزی مدار بهرام باعث می‌شود که سرعت سیاره مزبور متناسب با دوری و یا نزدیکی آن به‌خورشید متفاوت باشد و در طول فصل‌ها اثر گذارد ، به همین جهت پائیز نیمکره شمالی ۱۴۲ روزمریخی به‌درازا می‌کشد و زمستان‌آن ۱۵۶روز به‌طول می‌انجامد، بهار ۱۹۴ روز و تابستان آن نیز ۱۷۷ روز به درازا می‌کشد . برعکس، تابستان نیمکره جنوبی به درازای زمستان نیمکره شمالی و زمستان آن نیز برعکس تابستان نیمکره شمالی است و فصل‌های بهار و پائیز هم عکس یکدیگرند .



قطب جنوب مریخ
در این عکس که از موزائیک (کنارهم‌چینی) عکس‌های فضائی تهیه گردیده ، کلاهک یخی دی‌اکسیدکربن نیمکره جنوبی را درفصل تابستان نشان می‌دهد . در سمت راست کلاهک پهنهٔ وسیعی به قطر حدود ۸۰۰ کیلومتر دیده می‌شود که احتمالاً" یادگاری از یک‌گود شهابی عظیم است که به‌وسیله یخنهشت‌های کلاهک مزبور انباشته شده و نسبتاً" هموار گردیده است .



قطب شمال بهرام
کلاهک یخی قطب شمال بهرام برخلاف قطب جنوب از یخ آب تشکیل یافته است . چگونگی‌مارپیچ بودن کلاهک‌مزبور را شایدبتوان‌درفرسایش حاصل از بادهای شعاعی و فرارفت آب و دی‌اکسیدکربن جستجو کرد و رنگ کدر و تیرهٔ آن‌را به نشست غبارهای‌جوی برروی یخ مربوط دانست .



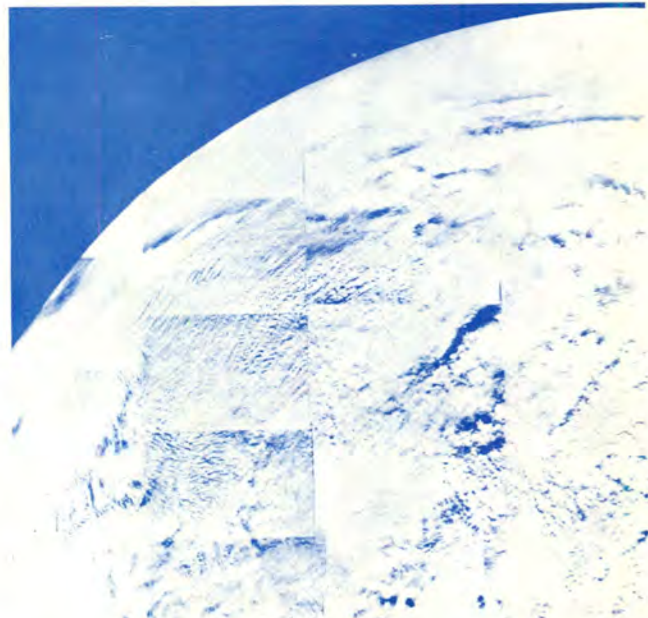
پاره‌ای عوارض جوی بهرام شباهت فراوانی به عوارض جوی زمین دارند . این تصویر چرخه Cyclone ای را در آسمان مریخ نشان می‌دهد .



ابرهای سیروس که کاملاً به ابرهای زمینی شباهت دارند ، در زمستان‌های بهرام تولید می‌گردند .



گاهی دیوبادهای سراسری بهرام به اندازه‌ای شدید هستند که حتی از زمین نیز دیده می‌شوند . این عکسها که به‌وسیله رصدخانه لوول در اریزونا برداشته شده، دیوباد زردرنگ سال ۱۹۷۱ بهرام را نشان می‌دهند . عکس سمت چپ سیاره مریخ را پیش از وقوع دیوباد و عکس سمت راست سطح سیاره مزبور را در حالی‌که در زیر انبوهی از غبار پوشیده شده نمایش می‌دهند .



این تصویر که عکس‌های آن به وسیله مدارپیماهای وایکینگ به زمین مخابره شده، دیوبادی را نشان می‌دهد که پس از انقلاب تابستانی تولید گردیده است .

پدیده‌ای بنام بادهای شرق‌وزان Eastrelies را موجب می‌گردد .

ابر و مه نیز از پدیده‌های طبیعی مریخ بشمار می‌آیند . با تابش خورشید بر سطوح یخ بسته صبحگاهی مه تولید می‌گردد و همانند زمین در نواحی پست انباشته می‌شود . مه در بهرام دو گونه است ، مه آبی و مه حاصله از تبخیر یخ دی اکسید کربن .

هنگام زمستان در ارتفاعات زیاد و همچنین نواحی قطبی دما به اندازه‌ای کاهش می‌یابد که باعث تکاثف دی‌اکسید کربن می‌گردد و ابرهائی از یخ خشک تولید می‌نماید و توفان برف و یخ همه‌جا را فرا می‌گیرد .

دیوباد یا توفان غبارین — Dust Storms

دیوباد که گاه سراسر مریخ را فرا می‌گیرد یکی از پدیده‌های بسیار شگفت بهرام است . مدارپیماهای وایکینگ در مأموریت‌های خویش ۳۵ دیوباد را که دوتای آنها سراسری بوده‌اند ، در طول سال ۱۹۷۷ ثبت نموده‌اند .

میزان خورتابگیری Insolation بهرام را که در موقعیت پری‌هلیون سیاره به چهل درصد افزایش می‌یابد ، با قید احتیاط می‌توان یکی از عوامل زایای دیوبادهای مریخ بشمار آورد و نقش کلاهک‌های قطبی را هم در تولید این پدیدهٔ عجیب نباید فراموش کرد .

سطح مریخ

SURFACE FEATURES

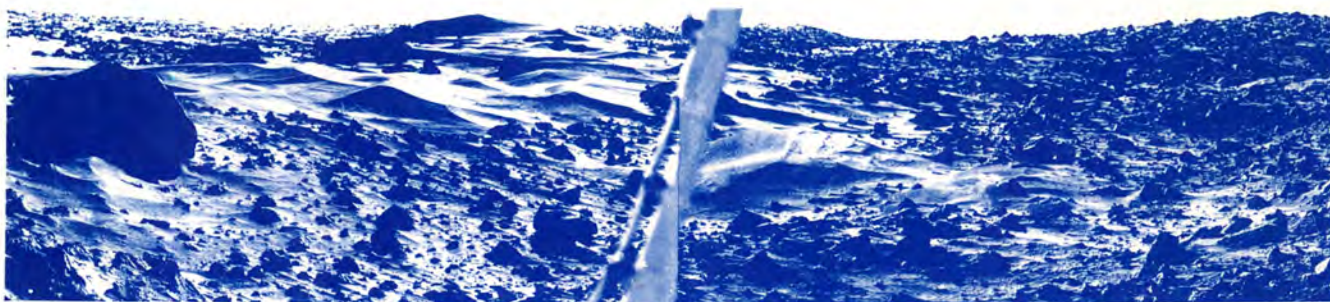
نیمکره‌های شمالی و جنوبی بهرام در حقیقت شباهتی باهم ندارند . نیمکره جنوبی از چند دشت پهناور و هموار مانند :

دشت هلاس Hellas که قطر آن به ۱۸۰۰ کیلومتر می‌رسد ، تشکیل یافته و سطح آن از گودهای شهابی آبله‌گون است . ارتفاع دشت هلاس که پست‌ترین بیابان‌های بهرام است به ۳ کیلومتر زیر سطح مبنای ارتفاعات مریخ می‌رسد و تا پیش از سفرمارینر به‌فلاتی پوشیده از برف تعبیر می‌گردید . در نیمکره مزبور علاوه بر عوارض بالا کافت‌های بسیار و آبراهه‌های نسبتاً" بزرگی به چشم می‌خورد . اما وضع در نیمکره شمالی دگرگون است و فقط بخشی از آن بوسیله گودهای شهابی داغدارشده و بقیه را دشت‌های پهناوری چون دشت اتوپیا Utopia فرا گرفته است .

عوارض موجود درنیمکره جنوبی از لحاظ سنی کهن‌تر و پیرتر از عوارض نیمکره شمالی است و حدود ۴۰۰۰ میلیون سال از پیدایش آنها می‌گذرد .

در سطح بهرام آتشفشان‌های عظیمی وجود دارد که پاره‌ای از آنها از جمله بزرگترین آتشفشانهای خانواده خورشیدی می‌باشند . بزرگترین آتشفشان مریخ کوه المپوس Olympus نام دارد که در ۲۰ درجه عرض شمالی واقع شده و ارتفاع آن به ۲۵ کیلومتر بالغ می‌گردد و حجم آن به ۵۰ تا ۱۰۰ برابر حجم آتشفشان مائونالوآ که بزرگترین آتشفشان زمین است ، می‌رسد .

بزرگترین کافت یا دره‌های بهرام بنام کانیون مارینریس Marineris



این چشم‌انداز که از فرودگاه آرام‌نشین وایکینگ ۱ عکسبرداری شده، دشت کویرگونه‌ای را نشان می‌دهد که از خرده‌سنگهای بسیار پوشیده شده و تپه‌های شنی آن بر وجود و نقش باد گواهی می‌دهند.

است که طول آن به ۴۰۰۰ کیلومتر می‌رسد و کانیون نوکتیس لابیرینتوس Noctis Labyrinthus نیز که شبکه بسیار پیچیده‌ای است پهنه‌ای را به وسعت ۱۲۰ هزار کیلومتر مربع اشغال نموده است.

آزمایش نمونه‌های گردآوری شده به‌وسیله آرام‌نشین‌های وایکینگ که به زمین مخابره‌گردیده، نشان می‌دهد که سنگهای سطح بهرام دارای منشاء آذرین هستند و کلا" از عناصری چون آهن ۱۸ درصد، سیلیکون ۴۵ درصد تشکیل یافته و عناصر دیگری مانند منیزیوم، گوگرد، آلومینیوم و پتاسیم در ساختمان آنها شرکت دارند.

افزون بر کافت‌ها و کانیون‌های مزبور، عوارض دیگری که بی‌شباهت به خشکرودها و مسیل‌های زمینی نیستند در سطح مریخ وجود دارد که سرچشمه پاره‌ای از آنها درقلل آتشفشان‌های عظیم جای گرفته‌است. بدیهی است چنانچه پیدایش خشکرودهای مزبور را ناشی از جریان آب بدانیم، باید بپذیریم که جو بهرام در روزگاران گذشته متراکم‌تر و انبوه‌تر از جو امروزی بوده و طبعا" سیلابهائی در سطح آن جریان داشته است.

کلاهک‌های قطبی

Polar Caps

شکل کلاهک‌های قطبی بهرام متناسب با تغییر فصل فرق می‌کند، بطوری که در زمستان‌ها به حداکثر وسعت خود می‌رسند و در تابستان‌ها تحلیل رفته و کوچک می‌شوند. با وجودی‌که تابستان نیمکره جنوبی کوتاه‌تر از تابستان نیمکره شمالی است، مع‌الوصف از تابستان نمیکره شمالی گرم‌تر است و برعکس زمستان آن نیز متقابلا" طولانی‌تر و سردتر می‌باشد و به همین دلیل وسعت کلاهک یخی قطب جنوب وسیع‌تر از کلاهک یخی قطب شمال است. علاوه بر آن کلاهک قطب شمال از یخ آب است و کلاهک قطب جنوب ترکیبی است از یخ آب ویخ دی اکسید کربن.

علاوه‌بر کلاهک‌های یخی، نشانه‌هائی از آب و رطوبت در سایرجاهای بهرام یافت‌می‌گردد که تاحدی به زیر زمین راه یافته و پس‌از انجماد مخازن یخ زیرزمینی مریخ را تولید کرده‌اند.

در جستجوی حیات

The Search for Life

یکی از مهمترین مأموریت‌های مهم آرام‌نشین‌های وایکینگ، پژوهش و ردیابی آثار حیات در بهرام بوده است. برای این منظور نمونه‌هائی از خاک مریخ به‌کمک پنجه‌های مکانیکی برداشته شده و در آزمایشگاه خودکار آرام‌نشین وایکینگ ۱ مورد آزمایش قرار گرفته است. ولی با تمام تلاشی‌که تاکنون بعمل آمده، تا این زمان هنوز هیچگونه نشانه‌ای از حیات درسیاره مزبور یافت نگردیده است. اینکه آیا بهرام از آغاز دنیائی سترون و فاقد حیات بوده یا اینکه حیات بعدها از آن رخت بربسته‌است، خود مسئله‌ای است جدا که آینده پاسخگوی آن خواهد بود.

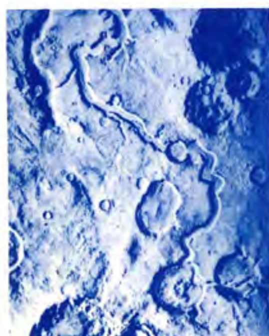
وجود عوارضی چون خشکرودها و مسیل‌ها، گویای آن است که شرایط اقلیمی مریخ در گذشته بسیار مطلوب‌تر از شرایط امروزی بوده و احتمالا" عواملی چون خروج از مرکز مدار و تمایل محور چرخش بهرام که طی ادوار گذشته بین ۱۴ تا ۳۵ درجه در تغییر بوده است، می‌توانند بعنوان‌پاسخگوی دگرگونی‌های جوی بهرام تلقی گردند.

گودهای مریخ

CRATERS

در سطح بهرام گودهای فراوانی چه شهابی و چه آتشفشانی یافت می‌گردد. گودهای شهابی از نظر اندازه متفاوتند و از یک حفرهٔ کوچک تا یک حلقه بزرگ که قطر آن گاه به ۲۰۰ کیلومتر می‌رسد، در تغییرند.

گودهای مریخ که غالبا" تحت تأثیر بادفرسائی قرارگرفته‌اند، همانند گودهای ماه تقریبا" مدورند و در وسط آنها یک قله مرکزی جای گرفته‌است.



کافت عظیمی که در این عکس دیده می‌شود، دارای طولی برابر ۱۹۰ کیلومتر است. این کافت دارای دیواره‌های قائم بوده و بستر آن پهن و هموار است

قمرهای بهرام

SATELLITES

بهرام دارای دو قمر است که هردوی آنها در سال ۱۸۷۷ بوسیله آساف هال Asaph Hall آمریکائی کشف‌گردید . وی برای قمرهای‌مزبور نام‌های فوبوس Phobos به معنی ترس و دیموس Deimos به معنی وحشت را انتخاب کرد که هردو از همراهان خدای اساطیری جنگ یا مارس (مریخ) هستند . قمرهای بهرام خیلی کوچکند و با تلسکوپ‌های زمینی به صورت نقطه‌های نورانی بسیار کوچکی دیده می‌شوند .

قمرهای مریخ به سیاره مادر بسیار نزدیکند . بطوری که قمر درونی یا فوبوس روی مداری دایره‌ای شکل به فاصله ۹۲۷۰ کیلومتر از مرکز بهرام به دور سیارهٔ مزبورمی‌گردد و نسبت به سیاره مادرنزدیک‌ترین قمر درخانواده خورشیدی محسوب می‌شود . نزدیک‌بودن قمر مزبور به بهرام و نیروی‌جاذبه سیارهٔ مادر، حرکت انتقالی سریعی را که یک دور کامل‌آن ۷ ساعت و ۳۹ دقیقه و ۲۷ ثانیه به درازا می‌کشد ، به فوبوس تحمیل می‌کند . سرعت و نزدیکی فوبوس در وحلهٔ اول این پندار را مطرح می‌سازد که مدارقمر مزبور به‌صورت مارپیچ رو به سوی سیاره مادر به مرور نزدیک گردیده و سرانجام روزگاری که شاید صد میلیون سال دیگر باشد به سطح بهرام سقوط خواهد نمود . البته تأئید یا رد این پندار را بایستی به بررسی‌های بیشتر موکول کرد .

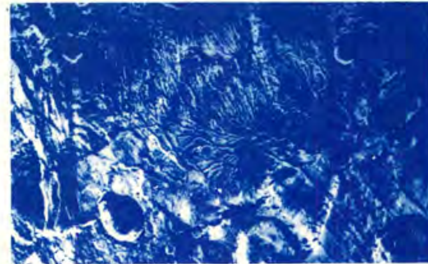
قمر دوم که دیموس نام دارد در مداری به فاصله ۲۳،۴۰۰ کیلومتر از مرکز مریخ به دور سیارهٔ مادر گردش می‌کند و مدت گردش این قمر یک روز و ۶ ساعت و ۲۱ دقیقه و ۱۶ ثانیه است .

هر دو قمر از نظر چرخش و گردش همزمان هستند (یعنی در هر بار گردش یک بار نیز حول محور خویش می‌چرخند) .

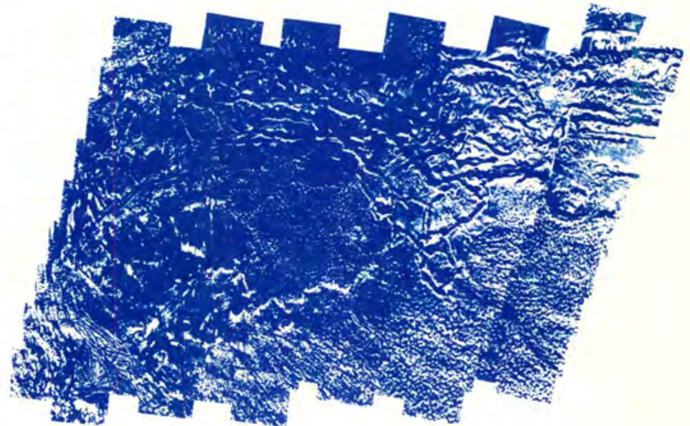
فوبوس به اندازه‌ای کوچک است که از دیدگاه بهرام تقریبا" هم اندازه ناهید در آسمان زمین به چشم می‌آید ودرطول یک سال بهرام، ۱۳۰۰ بار از برابر خورشید عبور می‌کند ، مع‌الوصف اندازه آن به قدری کوچک است که هیچگاه خورگرفت کامل را موجب نمی‌گردد و برای عبور از یک لبه به لبه دیگر قرص خورشید فقط به ۱۹ ثانیه زمانی نیازمند است .

دیموس نیز که از خاور طلوع می‌کند و در فاصله دورتری به گرد مریخ می‌گردد ، خود به قدری کوچک است که از دیدگاه مریخ بیش از بهرام یا شعرای یمانی از دیدگاه زمینی به چشم نمی‌آید . این قمر در طول یک سال مریخ ۱۳۰ بار از برابر خورشید می‌گذرد و هر بار عبور آن فقط یک دقیقه‌و ۴۸ ثانیه به درازا می‌کشد .

قمرهای فوبوس و دیموس تقریبا" بیضوی* بوده و ابعاد آنها به‌ترتیب



از این گونه عوارض که به جویبارهای شجری‌زمین شباهت دارند، در سطح بهرام فراوان یافت می‌شود . عقل این‌طور حکم می‌کند که عوارض مزبور بایستی دارای منشاء سیلابی بوده و بر وجود آبهای جاری حکایت نمایند .



کانیون‌هائی که در این عکس دیده می‌شوند ، از جمله شگفت‌انگیزترین و عظیم‌ترین شبکه کانیون‌های مریخ‌اند . چگونگی پیدایش کانیون‌های مزبور را احتمالا" باید در انبساط پوسته بهرام جستجو کرد .
تپه‌های شنی قسمت پائین عکس، از وجود باد و اهمیت نقش آن در سطح بهرام حکایت می‌کنند .

آتشفشان‌های بهرام

Volcanoes

یکی از چشمگیرترین عوارض پوستهٔ مریخ سپرهای عظیم آتشفشانی هستند که پیرامونشان را تا شعاع بزرگی گدازه‌های آتشفشانی فراگرفته‌است. قطر پاره‌ای از آتشفشان‌های بهرام به حدود ۶۰۰ کیلومتر می‌رسد و قطر گسترهٔ گدازه‌های آن گاه به ۱۶۰۰ کیلومتر بالغ می‌گردد .



آتشفشانی که در این عکس دیده می‌شود ، کوه المپوس نام دارد که نسبت به اراضی اطراف‌خود ۲۲ کیلومتر ارتفاع دارد . قطر این‌کوه‌که عظیم‌ترین آتشفشان مریخ است حدود ۵۵۰ کیلومتر می‌باشدوگدازه‌های‌آن تاصدها کیلومتر پیرامون آن را در بر گرفته است .

* بیضوی شکلی است که از دوران بیضی حول یکی از قطرهای اطول و یا اقصرش پدید می آید . م

۲۰×۲۳×۲۸ کیلومتر برای فوبوس و ۱۰×۱۲×۱۶ کیلومتر برای دیموس می‌باشد.

برای بررسی هرچه بهتر اقمار مزبور، وایکینگ ۱ از ۸۸ کیلومتری فوبوس و وایکینگ ۲ از ۲۸ کیلومتری دیموس عبور داده شدند. سرعت‌گریز قمرهای بهرام بسیار کم است، بطوری‌که برای فوبوس از ۱۵ متر در ثانیه و برای دیموس از ۱۰ متر در ثانیه تجاوز نمی‌کند. هر دو قمر فاقد نورند و نسبت بازتاب آنها به ترتیب ۵ و ۷ درصد می‌باشد. تراکم اقمار مزبور بسیار کم و حدود ۲ گرم در سانتی‌مترمکعب است.

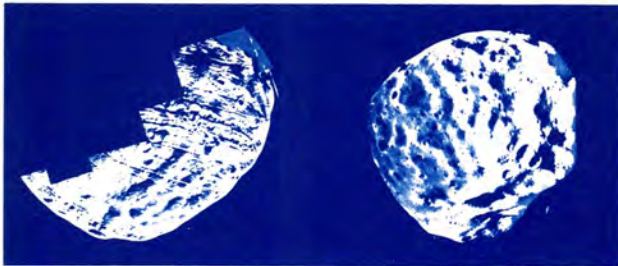
اصل و منشاء این اقمار هنوز به درستی روشن‌نیست و به بررسی‌های بیشتری نیازمند است. غالب ستاره‌شناسان معتقدند که هم فوبوس و هم دیموس از یک منشاءاند و روزگاری هردو در کمربند سیارکان جای داشته‌اند.

سطح فوبوس از گودهای شهابی آبله‌گون است و شباهت فراوانی به ارتفاعات کرهٔ ماه دارد. بزرگترین گود این قمر که استیکنی نام دارد و به یادبود همسر آساف هال یعنی Nee Stickney نامگذاری شده، ۱۰ کیلومتر قطر دارد که در مقایسه با قطر قمر حفرهٔ عظیمی محسوب می‌شود. علاوه بر گودهای مزبور درچهرهٔ فوبوس خطوط و شیارهائی به‌چشم‌می‌خورد که عرض پاره‌ای از آنها به ۵۰۰ متر می‌رسد. چگونگی پیدایش خطوط مزبور را بایستی در شکست‌ها و انقباض‌های ناشی از نیروی جاذبه سیاره مادر جستجو کرد.

اما چهرهٔ دیموس تقریبا" با فوبوس فرق می‌کند. در این قمر گودی بزرگتر از قطر ۳ کیلومتر وجود ندارد و از سوی دیگرچون فاصله‌آن از مریخ بیشتر از فوبوس است، از این‌رو تا اندازه زیادی از اثرات جاذبه سیاره مادر در امان مانده و خطوط شکست در آن ظاهر نگردیده است.

سطح قمرهای فوبوس و دیموس از لایه نازکی به‌قطرحدود یک‌میلی‌متر از غبارهای فضائی پوشیده شده که احتمالا" از ریزش خردیـزه‌های فضائی پدید آمده‌اند.

یکی از ویژگی‌های دیموس آن است که ستبرای غبار لایه‌آن ضخیم‌تر از فوبوس بوده و تقریبا" غالب گودهای شهابی را پر کرده است.



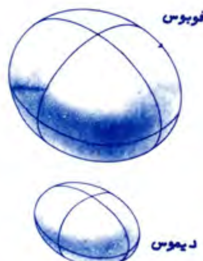
فوبوس ــ عکس سمت چپ که از فاصله ۳۰۰ کیلومتری فوبوس گرفته شده، شیارها و خطوط شکست بخشی از چهرهٔ قمر مزبور را نشان می‌دهد. تصویر سمت راست که از فاصله ۴۸۰ کیلومتری فوبوس گرفته شده گودهای شهابی قمر مزبور را نمایش می‌دهد.



دیموس ــ این عکس که از فاصله ۵۰۰ کیلومتری گرفته شده، سطح نسبتا" هموار دیموس‌را نشان می‌دهد.



مدار قمرهای مریخ ــ در این شکل مدار قمرهای فوبوس و دیموس و نسبت فاصله آنها از سیاره مادر مشخص‌گردیده‌است.



شکل و اندازه قمرهای بهرام ــ شکل‌های بالا اندازه نسبی قمرهای مریخ‌رامشخص‌می‌سازند. به‌طوری‌که دیده‌می‌شود هردو قمر بیضوی‌هستند و بیشتر به سیارکان شباهت دارند.

شناسنامه قمرهای بهرام

Physical Data of the Satellites

	فوبوس	دیموس
میانگین فاصله از مرکز بهرام	۹،۲۷۰ کیلومتر	۲۳،۴۰۰ کیلومتر
میانگین دورهٔ نجومی	۰/۳۱۸۹ روز	۱/۲۶۲۴ روز
میانگین دورهٔ هلالی	۷ ساعت و ۳۹ دقیقه و ۲۶/۶ ثانیه	۱ روز و ۶ ساعت و ۲۱ دقیقه و ۱۵/۷ ثانیه
خارج از مرکزی مدار	۰/۰۲۱۰	۰/۰۰۲۸
میل مدار	۱/۱°	۱/۸°
قطر	۲۰×۲۳×۲۸ کیلومتر	۱۰×۱۲×۱۶ کیلومتر
جرم	۹/۶×۱۰^{۱۵} کیلو گرم	۲۰×۱۰^{۱۵} کیلوگرم
تراکم متوسط	۱/۹ گرم در سانتی‌مترمکعب	۲/۱ گرم در سانتی‌مترمکعب
سرعت گریز	۱۵ متر در ثانیه	۱۰ متر در ثانیه
قدر قمر در موقعیت مقابله	۱۱/۶	۱۲/۸

سیارکان

ASTEROIDS



سیارکان

ASTEROIDS

علاوه بر نه سیاره‌ای که اعضای اصلی خانواده خورشیدی را تشکیل می‌دهند ، اجرام دیگری نیز در منظومه خورشیدی یافت می‌گردند که به گروهی از آنها که در مقیاس دیگر اعضای منظومــه خردیزه‌هائی بیش نیستند ، سیارکان گفته می‌شود .

بیشترسیارکان درکمربندی میان‌مدارهای‌بهرام و برجیس‌قرارگرفته‌اند و کلا" دنیاهای کوچکی را تشکیل می‌دهند که قطر بزرگترین‌آنها یعنی‌سیرز Ceres از یکهزار کیلومتر کمی بیشتر است و از میان همه آنها فقط سیارک وستا Vesta با چشم معمولی از زمین قابل دیدن است .

تا سال ۱۹۸۲ که مقدمات این کتاب فراهم می‌آمد ، جمع سیارکان کشف شده به ۲۷۳۶ عدد بالغ می‌گردید که مطمئنا" در آینده نیز همچنان به شمار آنها افزوده خواهد شد .

اندازه‌گیری قطر سیارکان به‌دلیل کوچکی آنها بسیار مشکل است ، کاربرد اشعهٔ فروسرخ و شیوه‌های راداری تا اندازه‌ای این مشکل را حل کرده و اطلاعات دقیق و نسبتا" جامعی درباره‌این‌اجرام دراختیارما می‌گذارند . محدودیت این شیوه‌ها در نادر بودن شرایط مناسب کار است .

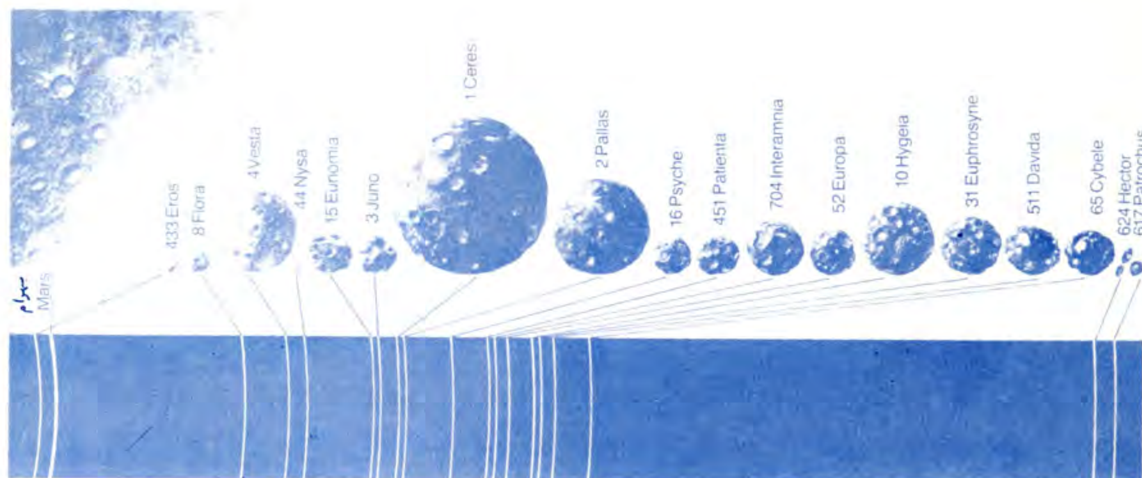
سیارکان از نظر شکل گوناگونند ، پاره‌ای‌کروی و برخی بیضوی و گروهی نیز شکل‌های نامنظمی دارند . سیارکانی که مدارشان به کمربند میان مریخ و مشتری محدود است ، سیارکان منظم نام دارند . در برابر این گروه سیارکان دیگری نیز وجود دارند که خارج از مرکزی مدارشان به اندازه‌ای زیاد است که از یک سو به مدار مریخ نزدیک می‌شود و از سوی دیگر تا مدار کیوان گسترش می‌یابد .

تاریخچهٔ شناخت سیارکان — Observational Background

درسال ۱۷۷۲ یوهان الرت بود J.E. Bode ستاره‌شناس‌آلمانی به رابطه ساده و جالبی بنام قانون بود دست‌یافت که نسبت‌فاصله سیارات از خورشید را بیان می‌داشت . قانون بود Bod's Law نشان می‌داد که در میان مدارهای مریخ و مشتری قاعدتا" بایستی سیاره دیگری در گردش باشد . به همین انگیزه از سال ۱۸۰۰ میلادی تلسکوپ‌های فراوانی روانه آسمان‌گردید و گروهی به سرپرستی جی . اچ شروتر J.H.Schroter که عنوان پلیس‌آسمان را بر خویش نهاده بودند در پی یافتن سیاره مفقود برآمدند . در سال ۱۸۰۱ جوزپه پیاتسی Giuseppi Piazzi ایتالیائی به یافتن بزرگترین سیارک بنام سیرز Ceres موفق گردید و به دنبال‌آن سه‌سیارک دیگر بنام‌های‌پالاس Pallas جونو Juno و وستا Vesta

سیارکانی که در این فهرست آورده شده از جمله نخستین گروه سیارکان کشف شده ، عمده‌ترین و تابناک‌ترین آنها بشمار می‌آیند. ترتیب کدگذاری این جدول بشرح زیر است :
q= کمترین فاصله تا خورشید برحسب واحد نجومی
Q= دورترین فاصله تا خورشید برحسب واحد نجومی
P= مدت گردش برحسب سال
e= خارج از مرکزی مدار
i= میل مدار
D= قطر برحسب کیلومتر
A= نسبت بازتاب

شماره	نام	کاشف	سال کشف	q	Q	P	e	i	D	A
1	Ceres	Piazzi	1801	2.55	2.94	4.06	0.079	10.6	1,003	0.054
2	Pallas	Olbers	1802	2.11	3.42	4.60	0.237	34.9	608	0.074
3	Juno	Harding	1804	1.98	3.35	4.36	0.257	13.0	250	0.151
4	Vesta	Olbers	1807	2.15	2.57	3.63	0.089	7.1	538	0.229
5	Astraea	Hencke	1845	2.10	3.06	4.14	0.187	5.3	117	0.140
6	Hebe	Hencke	1847	1.93	2.92	3.78	0.203	14.8	195	0.164
7	Iris	Hind	1847	1.84	2.94	3.69	0.230	5.5	209	0.154
8	Flora	Hind	1847	1.86	2.55	3.27	0.156	5.9	151	0.144
9	Metis	Graham.	1848	2.09	2.68	3.68	0.123	5.6	151	0.139
10	Hygeia	De Gasparis	1849	2.84	3.46	5.59	0.100	3.8	450	0.041
13	Egeria	De Gasparis	1850	2.36	2.80	4.14	0.085	16.5	224	0.041
15	Eunomia	De Gasparis	1851	2.15	3.14	4.30	0.188	11.7	272	0.155
16	Psyche	De Gasparis	1851	2.53	3.32	5.00	0.135	3.1	250	0.093
24	Themis	De Gasparis	1853	2.76	3.52	5.56	0.121	0.8	234	0.030
31	Euphrosyne	Ferguson	1854	2.45	3.86	5.61	0.223	26.3	370	0.030
44	Nysa	Goldschmidt	1857	2.05	2.79	3.77	0.151	3.7	82	0.377
48	Doris	Goldschmidt	1857	2.93	3.30	5.50	0.060	6.6	250	0.03
52	Europa	Goldschmidt	1858	2.75	3.43	5.45	0.111	7.5	289	0.035
65	Cybele	Tempel	1861	3.01	3.83	6.33	0.121	3.5	309	0.022
92	Undina	Peters	1867	2.97	3.43	5.72	0.072	9.9	250	0.03
95	Arethusa	Luther	1867	2.61	3.53	5.37	0.149	13.0	230	0.019
324	Bamberga	Palisa	1892	1.78	3.59	4.40	0.336	11.2	246	?
349	Dembowska	Charlois	1892	2.66	3.19	5.00	0.090	8.3	144	?
433	Eros	Witt	1898	1.13	1.78	1.76	0.223	10.8	?	?
451	Patienta	Charlois	1899	2.82	3.30	5.34	0.077	15.2	276	?
511	Davida	Dugan	1903	2.66	3.72	5.70	0.166	15.7	323	?
617	Patroclus	Kopff	1906	4.48	5.94	11.88	0.140	22.0	147	0.037
624	Hector	Kopff	1907	4.99	5.25	11.59	0.024	18.3	179	0.038
704	Interamnia	Cerulli	1910	2.58	3.53	5.35	0.155	17.3	350	?
944	Hidalgo	Baade	1920	2.00	9.61	14.04	0.657	42.5	15	?
1,172	Aeneas	Reinmuth	1930	4.64	5.70	11.74	0.102	16.7	130	0.044
1,221	Amor	Delporte	1932	1.08	2.76	2.66	0.436	11.9	?	?
1,566	Icarus	Baade	1949	0.19	1.97	1.12	0.827	22.9	?	?
1,862	Apollo	Reinmuth	1932	0.65	2.29	1.78	0.566	6.4	?	?
2,060	Chiron	Kowal	1977	8.50	18.50	50.7	0.378	6.9	?	?
2,062	Moore	Bowell	1982	?	?	?	0.1	5.5	7	?



سیارکان این شکل نمونه‌های برگزیده‌ای از خیل عظیم سیارکان هستند که در موقعیت واقعی مدار خویش قرار دارند و مدار بهرام فاصله و وضعیت آنها را نسبت به خورشید مشخص می‌سازد. دانش امروزی روشن ساخته که سیارکان به کمربند ویژه خویش محدود نیستند و جاهای مختلفی از منظومه خورشیدی را برای گردش خویش برگزیده‌اند. بطور مثال سیارک کیرون که در ماوراء مدار کیوان در گردش است، بیانگر آن است که غیر از کمربند شناخته شده میان مریخ و مشتری کمربندهای دیگری نیز احتمالاً در منظومه خورشیدی یافت می‌گردد.

تا پیش از پایان سال ۱۸۰۷ کشف شد. اما دستیابی به پنجمین سیارک استریا Astraea به این آسانی امکان‌پذیر نگردید و تا سال ۱۸۴۵ چشمان بسیاری را به‌دنبال خویش دوخت. اختراع عکاسی و کاربرد آن در شناخت اجرام آسمانی راهگشای این معما گردید و از آن سال به بعد برشمار سیارکان بسرعت افزوده شد.

تا سال ۱۸۹۸ باور چنان بود که سیارکان منحصراً در نواری میان مدار مریخ و مشتری در گردشند. با کشف سیارک اروس ۴۳۳ Eros* که مدار آن حتی از مریخ هم‌گذشته و به ۲۳ میلیون کیلومتری زمین نزدیک می‌گردید، معلوم شد که پاره‌ای سیارکان به کمربند مخصوص خویش قانع نبوده و پا را از گلیم خویش فراتر نهاده‌اند. سیارک اروس که جرم کوچکی است و قطر آن از ۲۶ کیلومتر تجاوز نمی‌کند، در سال ۱۹۷۵ به ۲۳ میلیون کیلومتری زمین نزدیک شدو پس از بررسی‌های راداری معلوم شد که دارای سطحی خشن و ناهموار است.

درسال ۱۹۱۱ سیارک آلبرت ۷۱۹ Albert و درسال ۱۹۱۸ سیارک آلیندا ۸۸۷ Alinda ودرسال ۱۹۲۴ سیارک گانیمد ۱۰۳۶ Ganymede کشف گردید و به‌دنبال آن سیارک آمور ۱۲۲۱ Amor درسال ۱۹۳۲ کشف شد که در وضعیت پری هلیون فقط ۱۶۲ میلیون کیلومتر با خورشید فاصله داشت که از مدار زمین چندان دور نبود.

در سال ۱۹۳۲ سیارک آپولو ۱۸۶۲ Apollo کشف گردید که پا را حتی از مدار زمین نیز فراتر نهاده بود. سیارک مزبور که بعدها چندین سال در دل آسمان ناپدید شد، در سال ۱۹۷۳ دوباره در آسمان زمین شروع به خودنمائی کرد و در سال ۱۹۸۲ به نزدیک‌ترین فاصله خود از زمین رسید، به همین مناسبت آن دسته از سیارکانی که مدار زمین را پشت سر می‌گذارند و تا امروز همچنان رو به فزونی هستند گروه آپولو نام گرفته‌اند. اعضای گروه آپولو بسیار کوچکند و قطرشان از چند کیلومتر بیشتر نیست. عده‌ای از ستاره‌شناسان بر این پندارند که سیارکان گروه آپولو در واقع هسته دنباله دارانی هستند که مدت‌ها پیش به سردی گرائیده و در دفتر مردگان منظومه خورشیدی جای گرفته‌اند. البته این نظریه چندان محتمل نیست و باید با قید احتیاط تلقی گردد.

آن دسته از سیارکانی که مدارشان درون مدار زمین جای دارد، تحت عنوان گروه آتن Aten شناخته می‌شوند که آتن ۲۰۶۲ و راشلوم Ra — Shalom مهمترین اعضای این گروه هستند. تعداد اعضای گروه اتن هنوز شناخته نشده ولی احتمالاً چندان زیاد هم نخواهد بود.

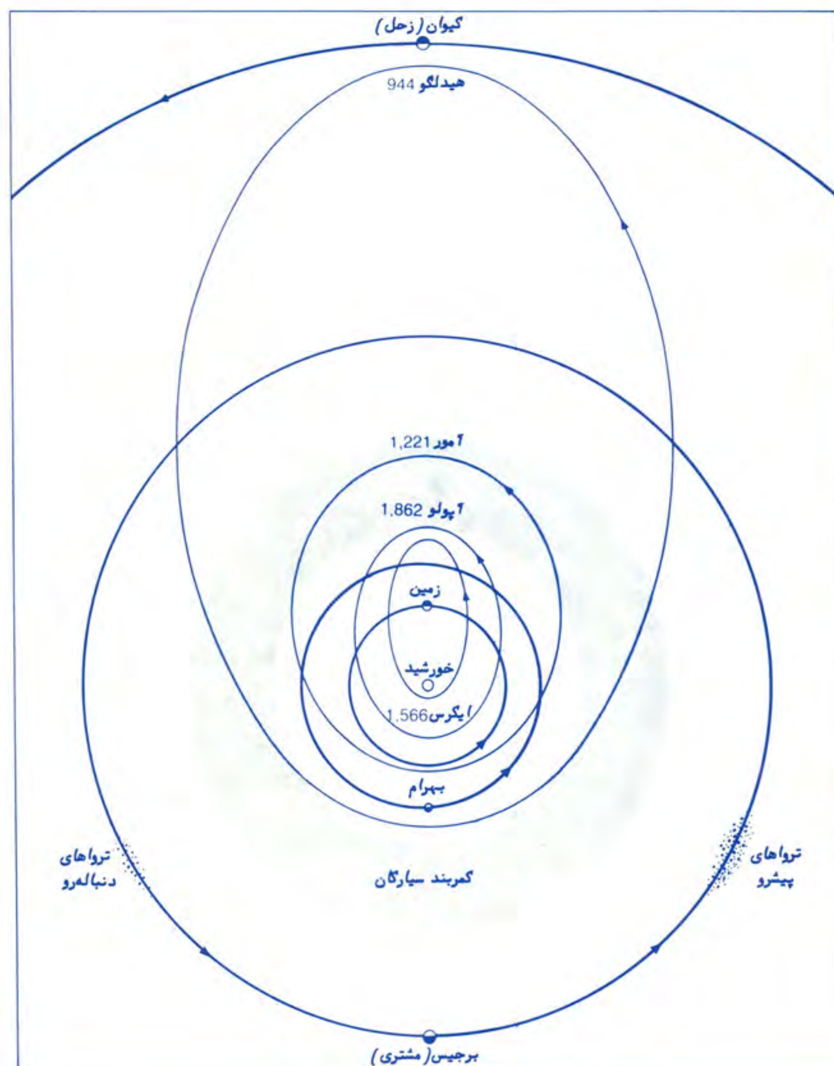
احتمال اینکه کره زمین با یکی از اعضای گروه آپولو یا اتن برخورد نماید همواره وجود داشته و قطعاً در گذشته نیز چنین رویدادی به وقوع پیوسته است. تغییر بزرگی را که در شرایط زیستی کره زمین در ۶۵ میلیون سال پیش روی داده و منجر به نابودی دایناسورها شده است می‌توان ناشی از همین برخوردها بشمار آورد.

کیرون Chiron

بی‌گمان یکی از شگفت‌انگیزترین سیارکان، سیارک کیرون ۲۰۶۰ است که در سال ۱۹۷۷ بوسیله چارلز کوال Charles Kowal کشف گردید. پیدا شدن این سیارک کاملاً غیرمنتظره بود، زیرا تا آن تاریخ هیچ سیارکی در آن سوی مدار مشتری دیده نشده بود. سیارک کیرون در سال ۱۹۹۶ به پری هلیون خود خواهد رسید و قدر آن در آسمان زمین به ۱۵ فزونی خواهد یافت.

در این‌که کیرون صد در صد یک سیارک باشد تردیدهائی وجود دارد، چه بزرگی جسم آن به هستهٔ یک دنباله‌دار می‌ماند. قطر کیرون حدود ۶۵۰ کیلومتر است و سطح آن سیاه می‌باشد. حرکات جرم مزبور که در عکس‌های سال ۱۸۹۵ نیز دیده شده، کاملاً تحت کنترل بوده و بررسی‌های بیشتر به

* شماره‌ای که در سمت چپ نام سیارک آورده شده، شماره ردیف کشف سیارک را می‌رساند، بطور مثال سیارک اروس چهارصد و سی و سومین سیارک کشف شده است. م



سیارکان روی مدارهای بسیار متفاوت به دور خورشید گردش می‌کنند. بیشتر آنها در کمربند اصلی خویش جای دارند و پاره‌ای نیز پا را از مرز خویش فراتر نهاده و حتی مدار سیارات دیگر را هم پشت سر گذارده‌اند. سیارکان گروه آپولو که تا امروز ۱۹ عضو آن را شناسائی کرده‌اند تا مدار سیاره تیر نزدیک می‌شوند. گروه تروا که تعدادشان شاید به هزار عدد بالغ گردد به دو دسته پیشرو و دنباله‌رو تقسیم می‌گردند. در میان سیارکانی که تا به امروز شناخته شده‌اند، مدار سیارک هیدلگو ۹۴۴ Hidalgo بیشترین خارج از مرکزی را داراست و به یک بیضی کشیده می‌ماند.

این کشف و تردید پایان خواهد داد.

گروه تروا
Trojans

دسته‌ای از سیارکان که در دورترین فاصله از خورشید قرار گرفته‌اند، گروه تروا Trojans نام دارند. این گروه که روی مدار مشتری به گرد خورشید گردش می‌کنند همواره در فاصلهٔ معینی از برجیس قرار دارند. گروه تروا در دو دسته یکی بنام پیشرو ۶۰ درجه در جلو و دسته دوم بنام دنباله‌رو ۶۰ درجه* پشت سر برجیس قرار گرفته‌اند.

گروه مزبور در مقیاس سیارکان دارای ابعاد بزرگی هستند، بطوری‌که قطر سیارک هکتور ۶۲۴ Hector به‌حدود ۱۸۰ کیلومتر می‌رسد. تغییراتی که در نسبت بازتاب این سیارک ایجاد می‌شود، از شکل بسیار نامنظم آن حکایت می‌کند.

انواع سیارکان
Types of Asteroids

سیارکان از نظر ساختمان هیچ شباهتی به‌هم ندارند وبالطبع نسبت بازتاب آنها نیز بسیار متفاوت است. تاریک‌ترین سیارکی که تاکنون شناخته شده، ارتوزا ۹۵ Arethusa است که نسبت بازتاب آن فقط ۰/۰۱۹ است و حتی از تخته سیاه مدارس نیز سیاه‌تر است. بالاترین نسبت بازتاب به سیارک نیسا ۴۴ Nysa تعلق دارد که ۰/۳۸ است.

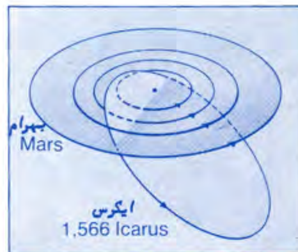
تلاش فراوان بکار رفته تا سیارکان از جنبه کانی تحت بررسی قرار گیرند و به رابطه میان آنها و شهاب‌سنگ‌ها پی برده شود. پاره‌ای سیارکان دارای وضعیتی همانند سیارات خاکی هستند، درحالیکه دسته‌ای دیگر مراحل آغازین کانی شدن را می‌گذارنند. علت این اختلاف هنوز بر کسی روشن نیست.

حدود ۷۵ درصد سیارکان سیاه‌رنگند و به‌همین مناسبت آنها را در ردیف نوع C یعنی زغالین جای داده‌اند. رنگ تعدادی از سیارکان گروه

* این زوایا از مرکز خورشید اندازه‌گیری می شود. م

تروا سیاه مایل به قرمز است و به همین جهت آن را با حروف R-D (قرمز ــ تیره) مشخص می‌سازند. حدود ۱۵ درصد سیارکان که نسبت بازتاب متعادلی دارند، به رنگ قرمز متمایلند. این گروه که با حرف S مشخص می‌گردند، از ترکیب آهن، منیزیوم و مواد سیلیکاته ساخته‌شده‌اند. سیارکان نوع M که درخشندگی متعادلی دارند از آهن و نیکل ترکیب یافته‌اند و فاقد مواد سیلیکاته هستند.

سیارکان نوع C بیشتر در خاج از کمربند خاص خویش جای دارند و نوع S و دسته‌ای از نوع C در درون کمربند مزبور واقعند.



ایکرس طی مدتی برابر ۴۰۹ روز از آن سوی بهرام حرکت کرده و خود را تا فاصله ۲۸ میلیون کیلومتری به خورشید نزدیک می‌سازد. قطر این سیارک فقط دو کیلومتر است.



مدار هیدلگو که در حد میان ۳۰۰ میلیون تا ۱۴۴۰ میلیون کیلومتر در نوسان است بیشتر به مدار یک دنباله‌دار شبیه است.
کیرون که درخشان‌ترین جرم آن‌سوی مدار کیوان است، احتمالاً از گروه سیارکان بشمار نمی‌آید.

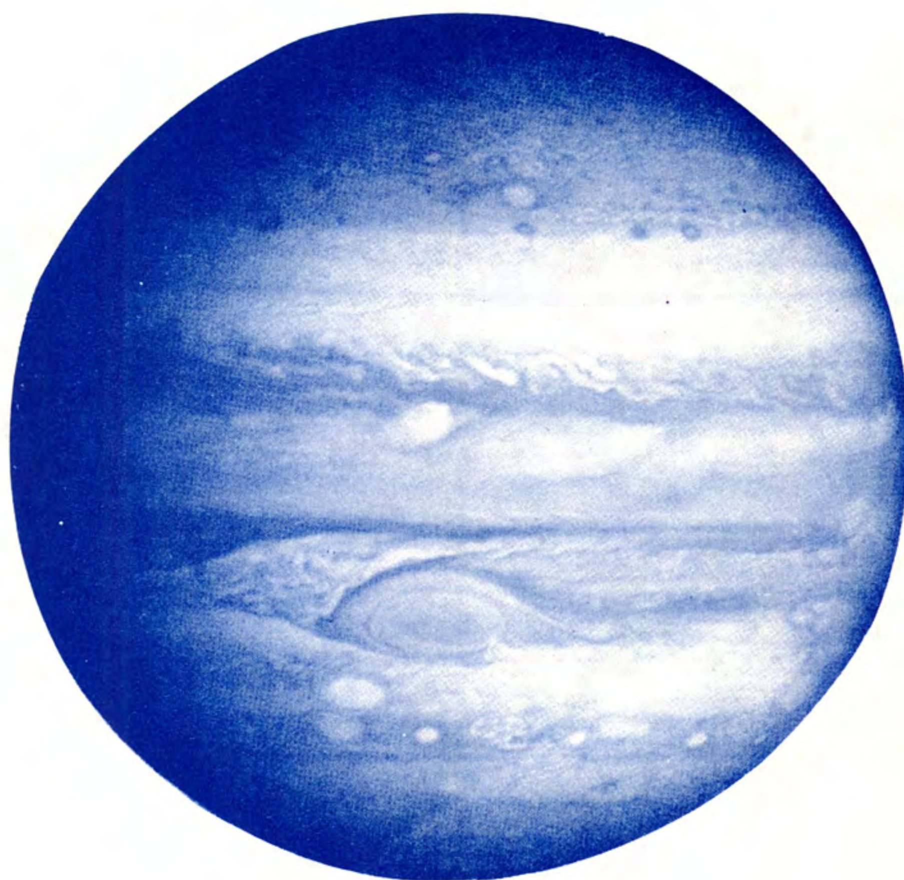
منشاء سیارکان

Origin of Asteroids

تا این اواخر تصور می‌شد که‌سیارکان باقیمانده‌ای از یک دنیای متلاشی شده می‌باشند، ولی امروزه کاملاً محقق گردیده که سیارکان کلید کشف‌رمز آفرینش بوده و درشناخت منشاء و نحوهٔ پیدایش‌خانواده‌خورشیدی، یاران بس ارزنده‌ای بشمار می‌آیند. دانشمندان بر این باورند که سیارکان درواقع باقیمانده غبارهائی از مراحل آغازین شکل‌گیری و پیدایش سیارات هستند که مرحله برخورد و انبوهش آنها تحت تاثیر نیروی گرانش برجیس مختل گردیده و اینچنین به آشفتگی و سرگردانی گرفتار آمده‌اند.

برجیس(مشتری)

JUPITER



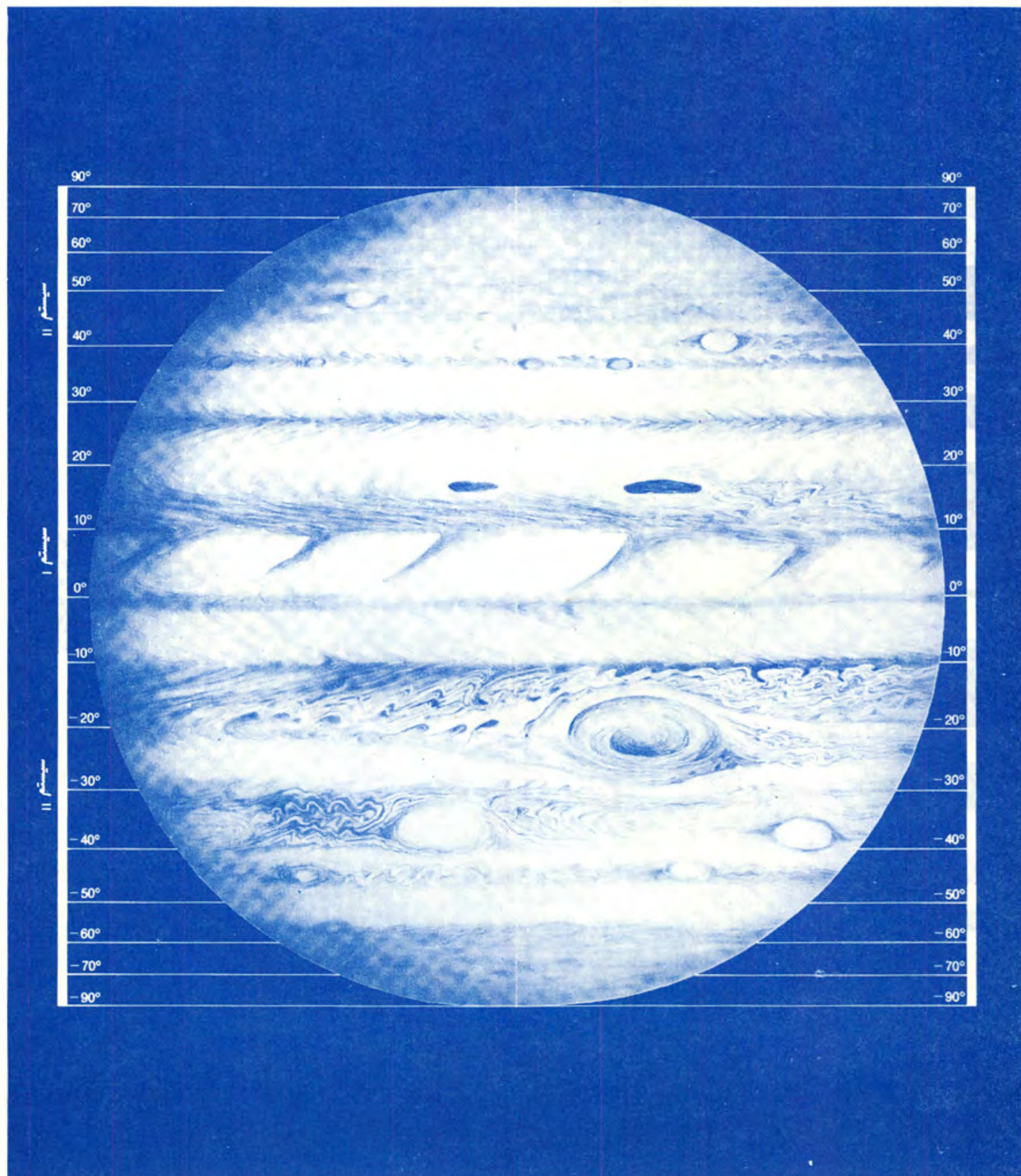
ویژگی‌های برجیس

CHARACTERISTICS OF JUPITER

برجیس بزرگترین عضو منظومهٔ شمسی وپنجمین سیاره ازنظر فاصله تا خورشید است . بزرگی برجیس آنچنان است که ۱۳۲۰ کره زمین را دردل خویش جای می‌دهد و با جرمی که کلاً $\frac{۲}{۳}$ جرم تمام سیارات است ، ۳۱۸ بار بر جرم زمین پیشی می‌گیرد . مشتری ۱۶ قمر شناخته شده دارد که چهارتای آنها با سیارات کوچک منظومه برابری می‌کنند .

نام لاتین برجیس از ژوپیتر Jupiter فرمانروای کره المپ ویکی از قهرمانان اساطیری یونان باستان اقتباس گردیده است .

برجیس روی مداری به‌فاصله متوسط ۷۷۸،۳۶۰،۰۰۰ کیلومتر به دور خورشید گردش می‌کند . این فاصله درموقعیت افلیون به ۸۱۵،۷۰۰،۰۰۰ کیلومتر بالغ می‌گردد و در وضعیت پری هلیون تا ۷۴۰،۹۰۰،۰۰۰ کیلومتر





مقایسهٔ مشتری و کیوان و زمین . مشتری سیارهٔ غول‌آسائی است که قطر آن ۲۰ هزار کیلومتر از قطر کیوان بیشتر است و ۱،۳۲۰ کره زمین را درون خویش جای می‌دهد .

کاهش می‌یابد . یک دور گردش کامل مشتری ۴۳۳۲/۵۹ روز یا ۱۱/۸۶سال زمینی به طول می‌کشد .

تراکم یا چگالی برجیس نسبت به جثهٔ غول‌آسای آن بسیار کم است و این خود گویای آن‌است‌که برجیس از عناصر سبکی مانند ئیدرژن و هلیوم که عمدتا" به شکل گاز یا مایع هستند تشکیل یافته است .

درخشندگی مشتری از ناهید کمتر است و حداکثر قدر آن ۲/۶- است .

برجیس از درون تلسکوپ به دایرهٔ زردرنگ خوابیده‌ای می‌ماند که تعدادی رگه یا نوارهای تیره بنام کمربندهای ابری در آن به‌چشم می‌خورد . در حد فاصل رگه‌های مزبور نوارهای روشنی موجود است که به آنها ناحیه می‌گویند .

عوارض چهرهٔ برجیس به‌جز چندرگه و ناحیه که نسبتا" ثابت‌هستند ، بقیه همواره در تغییر بوده و حتی پاره‌ای از آنها بطور دوره‌ای ناپدید می‌گردند و پس از چندی دوباره ظاهر می‌شوند . عوارض ثابت سیاره را با حروف الفبای لاتین مشخص می‌سازند .

چرخش برجیس *Rotation*

سرعت چرخش مشتری که همانند دیگر سیارات غول‌پیکر منظومهٔ خورشیدی بسیار سریع است ، موجب می‌گردد تا نواحی نیمگانی سیاره‌مزبور متورم شود و شکل آن از کره به‌بیضی متمایل‌گردد و اختلاف نسبتا" زیادی را میان قطرهای استوائی و قطبی آن باعث شود . قطر استوائی برجیس ۱۴۲،۸۰۰ کیلومتر و قطر قطبی آن ۱۳۴،۲۰۰ کیلومتر است .

از آنجائی‌که سیاره مزبور عمدتا" از گاز و آبگونه تشکیل یافته ، لذا سرعت چرخش بخش های مختلف سطح آن متفاوت است و هرچه به خط استواء نزدیک شوند به‌همان میزان بر سرعت چرخششان افزوده می‌گردد . برای اینکه بررسی حرکات عوارض سطحی مشتری با سهولت بیشتری میسر گردد ، سطح آن را به دو منطقه عمده بنام سیستم‌های *I* و *II* تقسیم می‌کنند . سیستم *I* یا نواحی نیمگانی از شمال و جنوب به مدارهای ۹ درجه عرض جغرافیائی محدود می‌گردد و مدت چرخش آن ۹ساعت‌و ۵۰ دقیقه و ۳۰/۰۰۳ ثانیه و یا ۸۷۷/۹ درجه برای هرروز زمینی‌است . سیستم *II* که در نیمکره‌های شمالی و جنوبی واقع است ، بالاتر از ۹ درجه عرض جغرافیائی قرار داشته و زمان چرخش آن حدود ۵ دقیقه طولانی‌تر از زمان چرخش منطقه سیستم *I* است . بدیهی است کندترین چرخش به نواحی قطبی تعلق دارد که مدت آن ۹ ساعت و ۵۵ دقیقه و ۴۰/۶۳۲ ثانیه و یا ۸۷۰/۲۷ درجه در هر روز زمینی است .

علاوه بر سیستم‌های *I* و *II* ، سیستم سومی نیز وجود دارد که‌در ارتباط با گسیلش امواج رادیوئی برجیس است و مقدار آن ۹ ساعت و ۵۵ دقیقه و ۲۹/۷ ثانیه می‌باشد .

شناسنامه برجیس *Physical Data*

قطر استوائی	۱۴۲۰۸۰۰	کیلومتر
پختی یا فشردگی قطبین	۰/۰۶۳۷	
جرم	$1/899 \times 10^{27}$	کیلوگرم
حجم در مقایسه با زمین برابر ۱	۱۳۲۳	
چگالی (تراکم) در مقایسه با آب برابر ۱	۱/۳۲	
گرانش سطحی (ثقل سطحی) در مقایسه با زمین برابر ۱	۲/۶۹	
سرعت گریز	۵۹/۶	کیلومتر درثانیه
سرعت چرخش نواحی استوائی	۹ساعت و ۵۰ دقیقه و ۳۰ثانیه	
تمایل محور	۳/۱۲	درجه
نسبت بازتاب	۰/۳۴	

لکهٔ سرخ بزرگ

THE GREAT RED SPOT

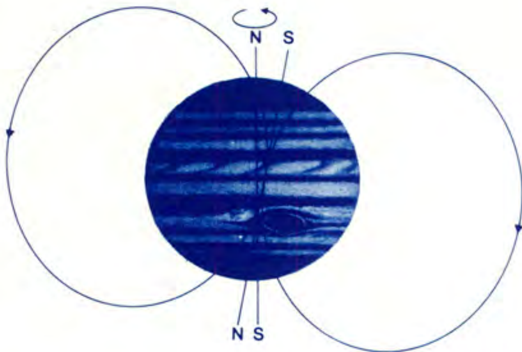
مهمترین و چشم‌گیرترین عارضه برجیس لکه بزرگ سرخ رنگی *Great Red Spot* است که موجودیت آن لااقل به سه قرن پیش باز می‌گردد . مشاهدات تلسکوپی نشان می‌دهد که لکهٔ مزبور گاهگاه ناپدید شده و دوباره در سطح مشتری جلوه‌گر می‌شود .

لکهٔ سرخ بزرگ نخستین‌بار در سال ۱۶۶۴ بوسیله رابرت هوک *Robert Hooke* عضو انجمن سلطنتی ستاره‌شناسان انگلیسی کشف‌گردید وموجودیت‌آن‌درسال ۱۶۶۵توسط جیوانی‌کاسینی *Giovanni Cassini* ستاره‌شناس ایتالیائی مجددا" تائید شد .

هنریک ساموئل شواب *Heinrich Samuel Schwabe* ستاره‌شناس آلمانی درسال ۱۸۳۱ حرکات لکهٔ‌مزبور را زیر نظر قرار داد و ویلیام روتر داوس *William Rutter Dawes* کشیش انگلیسی درسال ۱۸۵۷ شکل آن را نقاشی کرد و آلفرد مایر *Alfred Mayer* عضو دانشگاه پنسیلوانیا نیز در سال ۱۸۷۰ شکل دقیق‌تری از آن رسم نمود .

لکهٔ مزبور تا سال ۱۸۸۲ همچنان به‌جای خویش باقی بود و درآن سال ناگهان ناپدید شد و ستاره‌شناسان را سخت به اندیشه‌واداشت . غیبت لکهٔ مزبور تا سال ۱۸۹۱ همچنان ادامه یافت و درآن سال دوباره درسطح مشتری ظاهر گردید و از آن به بعد غیر از غیبت‌های کوتاه‌سال‌های ۱۹۲۸ تا ۱۹۲۹ و ۱۹۳۸ و ۱۹۷۷ تقریبا" همواره در سطح کره مزبور جلوه‌گر بوده است .

تصور کلی بر آن است که لکهٔ سرخ بزرگ در پی فعالیت گونه‌ای آتشفشان در سطح مشتری پدیدآمده و سرخی آن درارتباط با دمای آن‌است . فرضیه دیگر بر این پندار استوار است که ، آبگونهٔ سازندهٔ برجیس‌درحین



امتداد محور مغناطیس و محور چرخش برجیس حدود ۱۱ درجه انحراف دارد. شگفت آن است که قطبهای شمال مغناطیس و جغرافیائی سیاره مزبور هم‌سو نیستند و عکس یکدیگر قرار گرفته‌اند. نشانه‌های موجود بیانگر آن است که قطبهای مغناطیس زمین نیز طی ادوار طولانی جابجا می‌گردند.

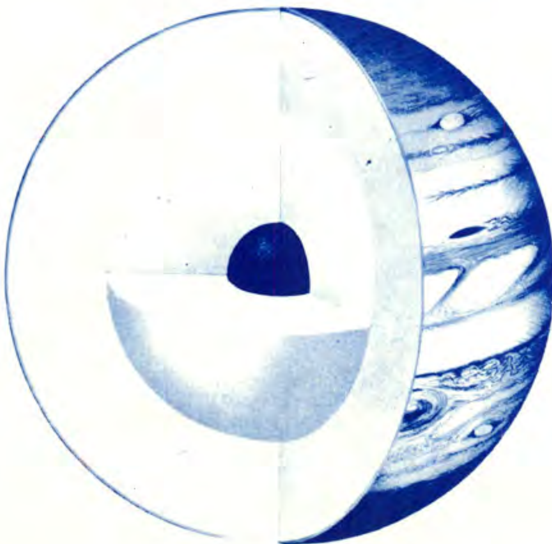
اما در مورد برجیس وضع کلا" دگرگون است و کاملا" روشن است که مکانیسم میدان مغناطیس سیاره مزبور به ساختار درونی سیاره بستگی تام دارد. سیارات غول آسای منظومه خورشیدی چون برجیس و کیوان که هردو دارای میدان مغناطیس نیرومندی هستند، عمدتا" از عناصر سبکی چون ئیدرژن و هلیوم بشرح ساختار زیر ترکیب یافته‌اند:

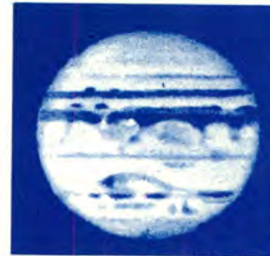
در ژرفای حدود ۱۰۰۰ کیلومتر از سطح مرئی آنها، بخشی بنام منطقه انتقال وجود دارد که در آنجا گازها به مایع ئیدرژن تبدیل می‌شوند. دمای این منطقه حدود ۲۰۰۰ کلوین و فشار آن ۵۶۰۰ برابر فشار جو زمین است.

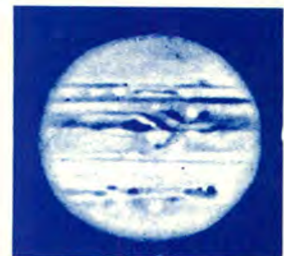
در ژرفای بین ۱۰۰۰ تا ۳۰۰۰ کیلومتری، دما رو به فزونی می‌رود و به ۵۵۰۰ کلوین افزایش می‌یابد و فشار نیز به ۹۰،۰۰۰ آتمسفر بالغ می‌گردد و ئیدرژن را بشدت متراکم و فشرده می‌سازد.

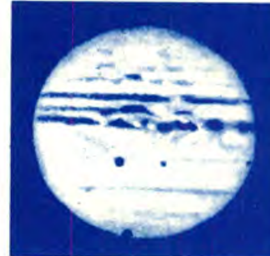
در ژرفای ۲۵،۰۰۰ کیلومتر دما به ۱۱،۰۰۰ کلوین می‌رسد و فشار به

برجیس سراسر از گاز و مایع ترکیب یافته است. به‌گمان کارشناسان، توده سنگین و نسبتا" کوچکی در مرکز سیاره جای دارد و پیرامون آن را آبگونه‌ای بنام ئیدرژن فلزی مایع فرا گرفته است. و لایه زیرین اتمسفر یعنی پوسته مشتری از ئیدرژن و هلیوم ساخته شده.

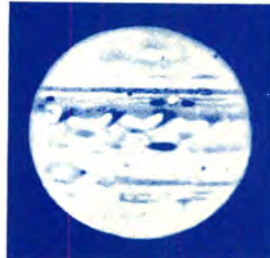


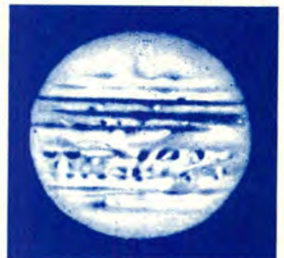

۲۳ اوت ۱۹۲۷


۲۷ سپتامبر ۱۹۲۷


۱۰ اکتبر ۱۹۲۷


۱۶ دسامبر ۱۹۲۷


۱۱ سپتامبر ۱۹۲۸


۵ نوامبر ۱۹۲۸

شکل‌های شش‌گانه بالا که به‌وسیله‌یکی از سرشناس‌ترین ستاره‌شناسان بنام تی.ای.آر.فیلیپس *T.E.R.Philips* تهیه شده، چرخش مشتری را طی سالهای ۱۹۲۷ تا ۱۹۲۹ نشان می‌دهد.

چرخش محوری به مانعی برخورد کرده و ستونی از آن سر برافراشته و سرستون آن به سان لکهٔ سرخی جلوه‌گر شده است.

خاصیت مغناطیسی برجیس *Magnetic Properties*

نخستین نشانهٔ دال بر وجود میدان مغناطیس در مشتری از طریق دریافت یک سری امواج رادیوئی غیر منتظره در دههٔ ۱۹۵۰ بدست آمد. دریافت علائم مزبور کارشناسان را بر آن داشت تا بررسی خاصیت مغناطیسی مشتری را نیز جزو برنامه‌های تحقیقاتی فضاناوهای پایونیر و ویجر قرار دهند.

مقدمتا" لازم است چگونگی پیدایش خاصیت مغناطیسی زمین را بطور اجمال بررسی کنیم، باشد تا به عملکرد میدان مغناطیسی برجیس پی ببریم و فرضیه مناسبی بر آن استوار سازیم.

دانشمندان وجود میدان مغناطیس میهن خاکی ما را به توده مرکزی زمین وابسته دانسته و بر این گمانند که تودهٔ مزبور همراه با چرخش زمین همانند یک دینامو‌ی خودالقاء یعنی ماشینی که نیروی مکانیکی را به نیروی مغناطیسی یا الکتریکی تبدیل می‌کنــد، عمل می‌نماید. مواد گداخته یا مایع پیرامون توده مرکزی نقش هادی الکتریسیته را برعهده داشته و نیروی محرکهٔ آن از چرخش زمین حاصل می‌گردد.

۳ میلیون اتمسفر بالغ می‌گردد، در چنین شرایطی ئیدرژن بشدت تغییر حالت می‌دهد و به رسانای بسیار مناسبی برای جریان الکتریسیته مبدل می‌گردد. این حالت را اصطلاحاً" ئیدرژن فلزی مایع Liquid Metalic Hydroge می‌نامند از آن به بعد دما و فشار همچنان رو به افزایش می‌روند تا جائی‌که دمای توده‌ٔ مرکزی به ۳۰ هزار کلوین و فشار به صد میلیون اتمسفر می‌رسد و هسته سنگینی را که جرم آن ۱۰ تا ۲۰ برابر جرم زمین است، در مرکز سیاره پدید می‌آورد که عمدتاً" از آهن و مواد سیلیکاته ترکیب یافته است.

وجود ئیدرژن فلزی مایع در درون سیاره می‌تواند موجبات پیدایش میدان مغناطیس را در سیاره برجیس فراهم آورد، و از سوی دیگر چرخش سریع سیاره را که مدت آن حدود ۱۰ ساعت است، می‌توان مهمترین عامل برای به حرکت درآوردن مایع مزبور و در نتیجه تولید جریان الکتریسیته (به‌همان نحوی که در دینامو‌ی خود القای زمین گفته شد) بشمار آورد. نیروی میدان مغناطیس مشتری که در راس ابرهای آن اندازه‌گیری شده معادل ۴/۲ گاوس است و به‌همین لحاظ قدرت میدان آن ده برابر نیرومندتر از میدان مغناطیس زمین است که مقدار آن ۰/۳۵ گاوس می‌باشد.

محور قطبهای مغناطیس برجیس نسبت به محور چرخش آن ۱۰/۸ درجه انحراف دارد که حدود یک درجه از انحراف محور مغناطیس زمین کمتر است. وضعیت قطبهای مغناطیس مشتری عکس وضعیت قطبهای مغناطیس زمین است و قطب‌نماهای فرضی را به‌سوی جنوب منحرف می‌سازد. با توجه به این نکته که قطبهای مغناطیس زمین بطور متوسط هر ۲×۱۰^{۵} سال یک‌بار جابجا می شوند، لذا صدق چنین وضعیتی در برجیس نیز نامحتمل نخواهد بود.

مغناطکره مشتری

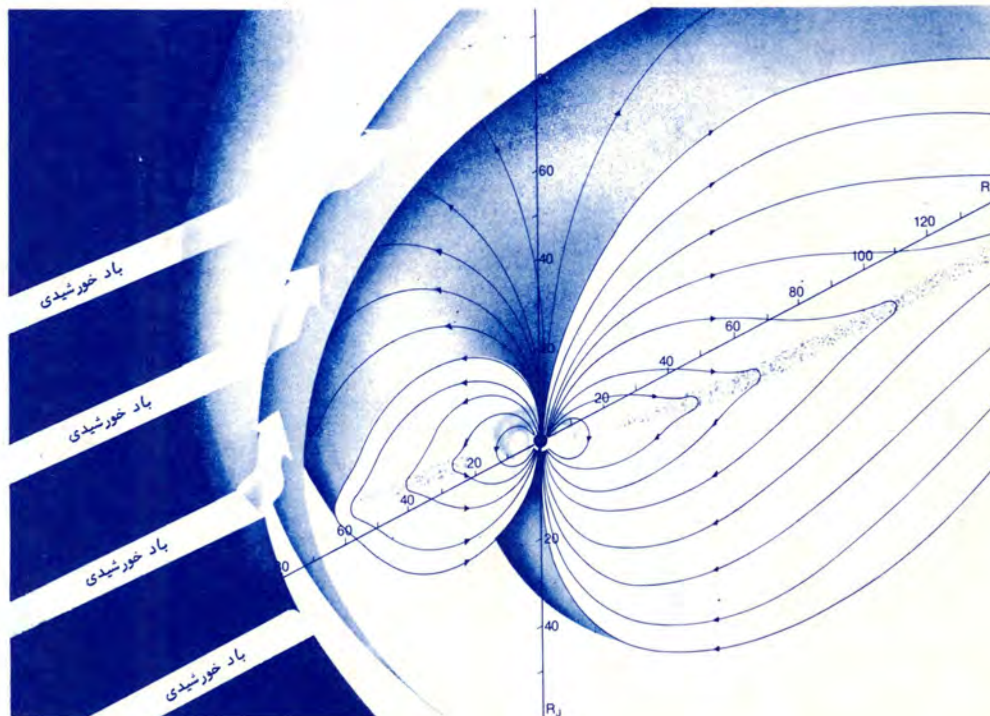
MAGNETOSPHERE

مغناطکره برجیس دارای دنباله‌ای دراز است که تا ۷۵۰ میلیون کیلومتری پشت سیاره در فضا کشیده شده و قسمت مقابل آن بین ۵۰ تا ۱۰۰ برابر شعاع مشتری رو به خورشید پیش آمده و سپری را به نام مغناط خم در برابر ضربات باد خورشیدی پدید آورده است. ذرات باد خورشیدی که دارای سرعتی برابر ۱،۵۰۰،۰۰۰ کیلومتر در ساعت هستند، پس از برخورد با سپر مغناطکره از سرعتشان بشدت کاسته می‌شود و در مقابل دما را تا میزان ده برابر وضع طبیعی فزونی می‌بخشند.

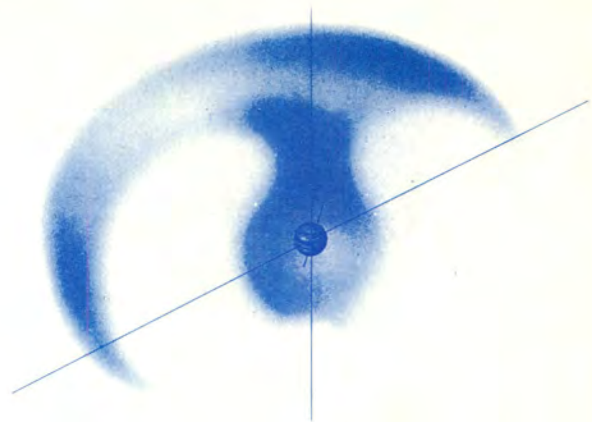
اندازه‌گیری‌هائی که بوسیلهٔ فضاناوهای ویجر بعمل آمده، افزایش دمای منطقه مزبور را بین ۳۰۰ تا ۴۰۰ میلیون کلوین نشان می‌دهد که بالاترین رقم دما در منظومه خورشیدی است. (البته به غیر از خورشید)

کمربندهای تشعشعی Radiation Belts

پیرامون کره برجیس را کمربندهائی همانند کمربندهای وان آلن



منطقه وسیعی از فضای پیرامون برجیس را پدیده‌ای بنام مغناطکره فرا گرفته است. مغناطکره مشتری دارای ساختمان پیچیده‌ای است و سپر ضرب‌گیر یا مغناط خم آن رو به خورشید واقع است و منطقه آشفته ومتلاطمی در پشت آن قرار دارد.



کمربندهای تشعشعی مشتری که شباهت فراوانی به کمربندهای وان آلن زمینی دارند ، محدوده‌ای را که معادل ۲۰ برابر شعاع برجیس است ، گرداگرد کره مزبور ایجاد نموده‌اند .

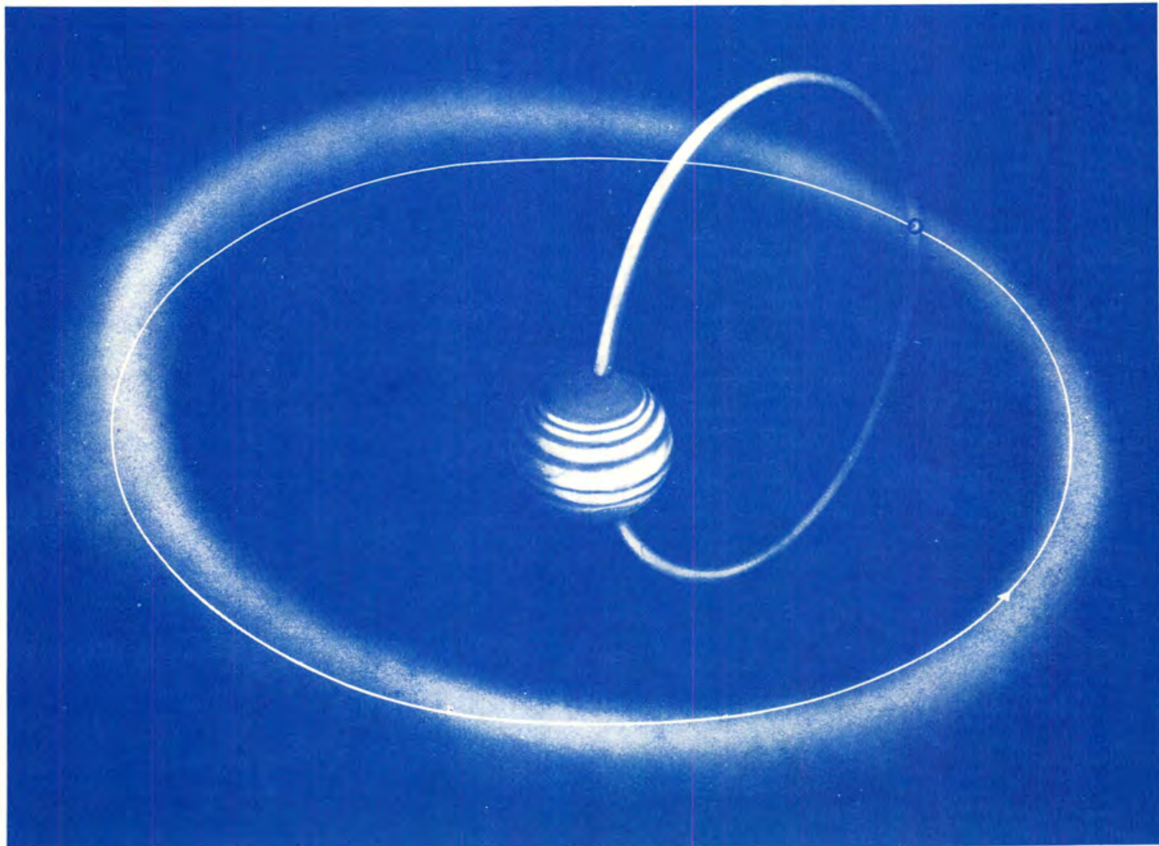
محیط مغناطیسی برجیس

MAGNETIC ENVIRONMENT

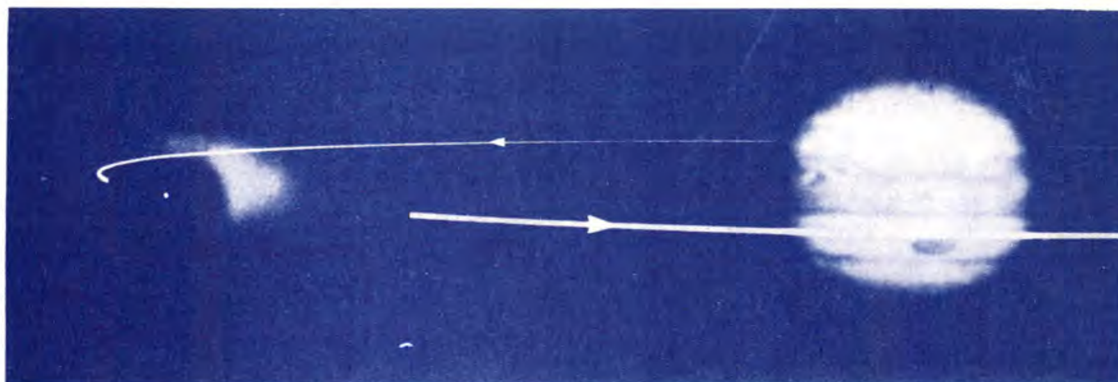
میدان مغناطیس مشتری گاهگاه ذرات به دام افتاده‌ای را که فعال‌ترین ذرات شناخته شده در طبیعت هستند ، از خود رها می‌سازد . ذرات مزبور که سرعتشان با سرعت نور برابری می‌کند ، از پروتون و نوترون هسته‌های اتمی ترکیب یافته و توان آنها به حدی است که حتی فضای زمین را نیز متأثر می‌سازند . تا چندی پیش تصور چنان بود که بیشتر پرتوهای کیهانی از خارج از منظومه خورشیدی سرچشمه می‌گیرند ، ولی امروزه ثابت شده که پرتوهای مزبور عمدتاً" از برجیس گسیل می‌گردند و با پیمودن حدود ۷۰۰ میلیون کیلومتر ، خود را حتی به مدار سیاره تیر یا عطارد نیز می‌رسانند .

پرتوهای کیهانی برای مسافران فضائی زیان‌بخش بوده و اندام‌های زیستی را نابود می‌سازند . خوشبختانه کمربندهای حفاظتی وان آلن همچون سپری از عبور پرتوهای مزبور جلوگیری کرده و حیات زمینی را در پناه خویش قرار می‌دهند .

پوشانیده است . کمربندهای مزبور که شعاع آنها ۲۰ برابر شعاع مشتری است ، ذرات پر انرژی بسیار زیادی را در خود به دام انداخته و محدودهٔ خطرناکی را برای سفرهای فضائی پدید آورده‌اند . توان کمربندهای تشعشعی برجیس آنچنان است که دستگاههای حساس فضاناوها را هدف بمباران پروتون‌ها و الکترون‌های بسیار پرانرژی قرار داده و ارتباط رادیوئی و مخابراتی آنها را مختل می‌سازد .



سراسر مدار یو را ذرات پلاسمای باردار فرا گرفته و خود قمر به وسیله یک کمان الکتریکی ۵ میلیون آمپری به سیاره مشتری پیوند یافته است .



ابری از گازهای خنثی مانند سدیم، پتاسیم و منیزیم بصورت جوّی بسیار رقیق قمر یو را در برگرفته و نیز در سراسر مدار یو گسترده شده است. این عکس که در سال ۱۹۷۷ به وسیله یک رصدخانه زمینی برداشته شده، ابر مزبور را نشان می‌دهد. بطوری‌که دیده می‌شود توده‌ای از ابر سدیم در پیشاپیش قمر انباشته شده است.

مشتری و قمر یو

JUPITER & IO

از ۱۶ قمر شناخته شده برجیس، هفت‌تای آنها در محدودهٔ مغناطکره سیاره مزبور قرار دارند که دورترین آنها کالیستو *Callisto* است که در لبه خارجی محدوده به گرد مادر خویش گردش می‌کند. به همین مناسبت اقمار مزبور همواره هدف بمباران الکترون‌ها و پروتون‌ها و ذرات پرتوان گسیل شده از مشتری قرار گرفته و فرسایش حاصله از این بمباران‌ها، سطح آنها را تقریبا" هموار ساخته است. این وضعیت به ویژه در قمر یو *Io* که یکی از چهار قمر بزرگ مشتری بشمار می‌آید، محسوس‌تر است.

فعل و انفعالات مزبور باعث می‌گردد تا علاوه بر پیرامون یو که از جوی مرکب از ابرهای سدیم و پتاسیم و منیزیوم پوشیده شده، سراسر مدار قمر مزبور نیز از اثرات تشعشعی متأثر گردد.

کارشناسان اعتقاددارند که مشتری و قمر یو بوسیله یک کمان الکتریکی بسیار نیرومند به توان ۵ میلیون آمپر و اختلاف سطح (اختلاف پتانسیل) ۴۰۰ هزار ولت که ۷۰ بار بیشتر از مجموع نیروهای الکتریستیه تولید شده بوسیله کلیه کشورهای جهان زمینی است، به یکدیگر پیوسته‌اند. یکی از مهمترین آثار نیروی مزبور، ایجاد دمای موضعی در سطح قمر یو است که به فعالیت‌های آذرین قمر مزبور منجر می‌گردد. موادی که از آتشفشان‌های یو به خارج پرتاب می‌شوند، توده انبوهی از غبار و دی‌اکسید گوگرد یونیده را به فضا روان ساخته و یک پلاسمای حلقوی روی مدار قمر مزبور و همچنین در پیرامون سیاره مشتری پدید می‌آورند.

در برخورد فضاناو ویجر ۱ با مدار مزبور، وجود اکسیژن و گوگرد یونیده، کاملا" تائید گردید و دمای پلاسمای مورد بحث معادل 10^5 کلوین ثبت شد. آزمایش‌ها نشان می‌دهند که از زمان مأموریت پایونیر تا سفر ویجر ۱ که ۴/۵ سال به درازا کشید، تغییرات قابل ملاحظه‌ای در محیط مشتری پدید آمده و تغییرات بیشتری نیز در سفر ویجر ۲ مشاهده گردیده است.

طی این تغییرات، پرتوافشانی کمان پلاسمای قمر یو به دو برابر افزایش یافته و در مقابل دما به میزان 6×10^4 کلوین کاهش یافته است. این دگرگونی مؤید آن است که کمان مزبور کاملا" با فعالیت‌های آذرین یو در ارتباط بوده و لازم است حدود 10^{10} یون گوگرد و اکسیژن بر سانتی‌مترمربع در ثانیه به کمان مزبور تزریق گردد تا کیفیت و کمیت آن همچنان محفوظ بماند.

مشتری و امواج رادیوئی *Radio Emissions From Jupiter*

قبلا" اشاره شد که برجیس امواج رادیوئی گسیل می‌دارد. درحقیقت امواج مزبور شباهتی به علائم متداول رادیوئی ندارند، بلکه همانند صداهای حاصله از پارازیت‌های رعد و برق و یا امواج مزاحمی هستند که گاه هنگام اجرای برنامه‌های عادی رادیوئی به گوش می‌رسند. امواج رادیوئی گسیل شده از برجیس که از هر صدائی غیر از صدای خورشید بزرگ‌تر است به سه نوع دکامتری *Decametric*، دسی‌متری *Decimetric* و حرارتی *Thermal* طبقه‌بندی می‌گردند.

امواج دکامتری که طول موج آنها بین ۷/۵ تا ۷۰۰ متر است، بلندترین امواج الکترومغناطیس گسیل شده از مشتری است و امواج ناپیوسته‌ای می‌باشند که نوسان‌های آن بوسیله انفجارهای پراکنده بریده شده و قاعدتا" بین چند دقیقه تا چند ساعت به درازا می‌کشد. بررسی امواج دکامتری نشان می‌دهد که سیاره مزبور از چرخش ویژه‌ای بنام سیستم *III* برخوردار است که مدت آن ۹ ساعت و ۵۵ دقیقه و ۲۹/۷۱۰ ثانیه یا ۸۷۰/۵۳۶ درجه در یک روز است. سیستم *III* که درواقع معرف چرخش مغناطکره مشتری است در اندازه‌گیری‌های دقیق کاربرد مهمی دارد.

امواج دسی‌متری امواجی هستند که طول فرکانس آنها از ۷/۵ متر کمتر است و برخلاف امواج دکامتری از فرکانس های پیوسته‌ای برخوردارند.

امواج حرارتی که طول موج آنها بیش از چند سانتی‌متر نیست، از دمای سیاره حکایت کرده و اطلاعات جامع و نسبتا" دقیقی در زمینه دمای سطح ظاهری مشتری در اختیار می‌گذارند.

جو مشتری
Atmosphere

همانطوری که ظاهرا" نیز به نظر می‌رسد ، سیستم جوّی مشتری نه‌تنها با سیستم جوّی زمین بلکه با سیستم جوّی دیگر سیارات خاکی مانند ناهید و بهرام بکلی متفاوت است . مشتری سیاره‌ای است از گاز و مایع که فاقد پوسته جامد بوده و برخلاف زمین اختلافی میان دمای استوائی و قطبی‌آن وجود ندارد و از جابجائی سیستم‌های قطبی و نیمگانی و برعکس در آن خبری نیست . مشتری همچنین برخلاف زمین که دمای سطحی خویش را از خورشید دریافت می‌دارد ، سیاره‌ای است که از دمای درونی برخوردار است و فقط اندکی از دمای خورشیدی بهره‌مند می‌گردد . و سرانجام سرعت چرخش ۱۰ ساعته‌ٔ مشتری را که نقش عمده‌ای در شکل‌گیری ابرها برعهده دارد ، نیز نباید فراموش کرد .

پژوهش های سال‌های اخیر نشان می‌دهد که نوارها یا رگه‌های سطحی برجیس و همچنین عوارضی چون لکه‌های سرخ از عدم ثبات جو مشتری حکایت می‌کنند .

ترکیبات جو برجیس که در بخش های زبرین ابرهای آن اندازه‌گیری شده به شرح زیر است :

ئیدرژن	حدود ۹۰	درصد حجم
HD	حدود $۱/۸\times۱۰^{-۳}$	درصد حجم
هلیوم	حدود ۴/۵	درصد حجم
متان	حدود ۷×۱۰^{-۲}	درصد حجم
متان نوع دوم	حدود ۳×۱۰^{-۵}	درصد حجم
آمونیاک	حدود ۲×۱۰^{-۲}	درصد حجم
اتان	حدود $۱۰^{-۲}$	درصد حجم
استیلن	حدود $۱۰^{-۲}$	درصد حجم
بخار آب	حدود $۱۰^{-۴}$	درصد حجم
فسفین	حدود $۱۰^{-۶}$	درصد حجم
مونواکسید کربن	حدود $۱۰^{-۷}$	درصد حجم
تتراهیدرید جرمنیم	حدود $۱۰^{-۷}$	درصد حجم

قمرهای مشتری

SATELLITES

خانواده مشتری از ۱۶ قمر شناخته شده تشکیل یافته و بزرگترین مجموعه در منظومه خورشیدی را پدید آورده‌اند . عمده‌ترین قمرهای برجیس چهارتا هستند که به ترتیب از داخل به خارج یو *Io* ، اروپا *Europa* گانیمد *Ganymede* و کالیستو *Callisto* نام دارند .

چون گالیله نخستین کسی است که قمرهای چهارگانه بالا را به‌کمک تلسکوپ کشف کرده ، لذا آنها را اقمار گالیله نیز می‌گویند . قمرهای گالیله کلا" همزمان هستند و مدت چرخش و گردش آنها با هم برابر است .

علاوه بر قمرهای گالیله چهار قمر کوچک بنام آمالته‌آ *Amalthea* و آدراستئا *Adrastea* یا *J1* و *J2* و *J3* در تصویرهای مخابره شده بوسیله فضاناو ویجر کشف گردید که همگی در مدار درونی قمر یو قرار گرفته‌اند . در آن سوی مدار قمرهای گالیله یعنی بعد از مدار کالیستو ، هشت‌قمر کوچک دیگر که بی‌شباهت به سیارکان به دام افتاده نیستند ، به گرد مشتری در گردشند که نام آنها به ترتیب از داخل به خارج عبارت است از :

لدا *Leda* ، هیمالیا *Himalia* ، لیسی‌تهآ *Lysithea* ، الارا *Elara* ، آننکه *Ananke* ،کارمه *Carme* ،پاسیفه *Pasiphae* وسینوپه *Sinope* که چهارتای آخر که بیرونی‌ترین قمرهای برجیس هستند، درخلاف گردش دیگر اقمار به دور مادر خویش می‌گردند . متأسفانه هیچکدام از فضاناوهای پایونیر و یا ویجر از این اقمار اطلاعی بدست نیاورده‌اند .

در سال ۱۹۷۵ چارلز کوال *Charles Kowal* ازرصدخانه‌پالومار *Palomar* گزارش داد که قمر دیگر یا سیارکی نیز به قدر ۲۱ ، در فاصله دوری به گرد مشتری گردش می‌کند که تا این تاریخ هنوز وجود آن محقق و ثابت نگردیده است .

قمرهای مشتری کلا" از ارزش علمی بسیاری برخوردارند ، زیرا بررسی حرکات آنها ما را به چگونگی جرم و گرانش این سیاره غول‌آسا راهنمائی می‌کند و حل مسائل مهمی مانند اندازه‌گیری سرعت نور را امکان‌پذیر می‌سازد .

قمرهای برجیس از نظر وضع مدار به سه‌دسته تقسیم می‌گردند . دسته درونی که از اقمار گالیله و آمالته‌آ و سه قمر کوچک *J1* و *J2* و *J3* تشکیل یافته است ، روی مدارهائی که خیلی به دایره نزدیک بوده و در امتداد سطح نیمگان مشتری قرار گرفته‌اند به دور برجیس گردش می‌کنند .

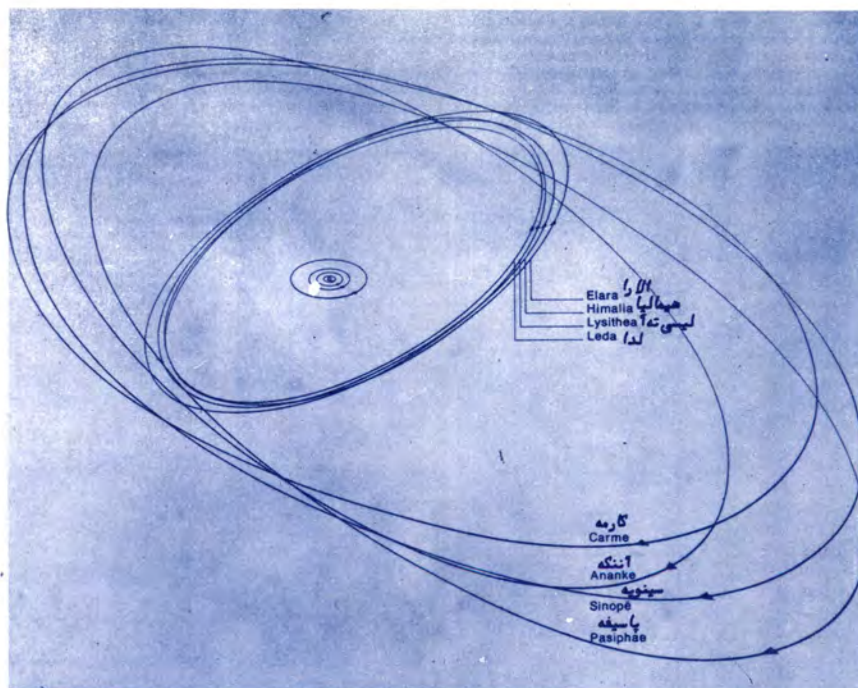
دسته میانی مرکب از چهار قمر لدا ، هیمالیا ، لیسی‌تهآ و الارا است که بطور متوسط حدود ۱۱ میلیون کیلومتر از مشتری فاصله دارند و مدار آنها در مقایسه با مدار دسته درونی خارج از مرکزی بیشتری داشته و سطح مدارشان نیز نسبت به سطح استواء برجیس حدود ۳۰ درجه میل دارد .

قمرهای دسته بیرونی که آننکه ، کارمه ، پاسیفه و سینوپه نام دارند ، کلا" در جهت مخالف گردش دیگر اقمار به دور مشتری گردش می‌کنند و سطح مدارشان نسبت به سطح استواء برجیس بین ۱۵۰ تا ۱۶۰ درجه میل دارد و فاصله آنها از مشتری حدود ۲۱ میلیون کیلومتر است .

برای اینکه با قمرهای برجیس بیشتر آشنا شویم در صفحه‌های آینده آنها را از درونی‌ترین قمر یعنی *J3* تا بیرونی‌ترین آنها یعنی سینوپه به ترتیب زیر بررسی خواهیم کرد .

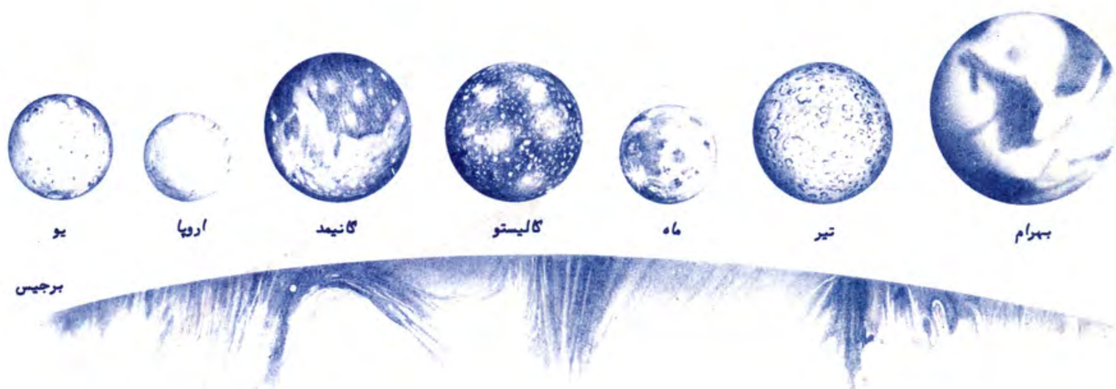
قمرهای درونی مشتری
Intermost Group Satellites

J3 ــ درونی‌ترین قمر مشتری *J3* است که همراه با قمرهای *J1* و *J2* در تصویرهای ارسالی سال ۱۹۷۹ فضاناو ویجر کشف گردید . این قمر که قطر آن حدود ۴۰ کیلومتر است در فاصله‌ای معادل ۵۶،۲۰۰ کیلومتر از فراز ابرهای مشتری به دور برجیس گردش می‌کند و در حقیقت نزدیک‌ترین



قمرهای مشتری

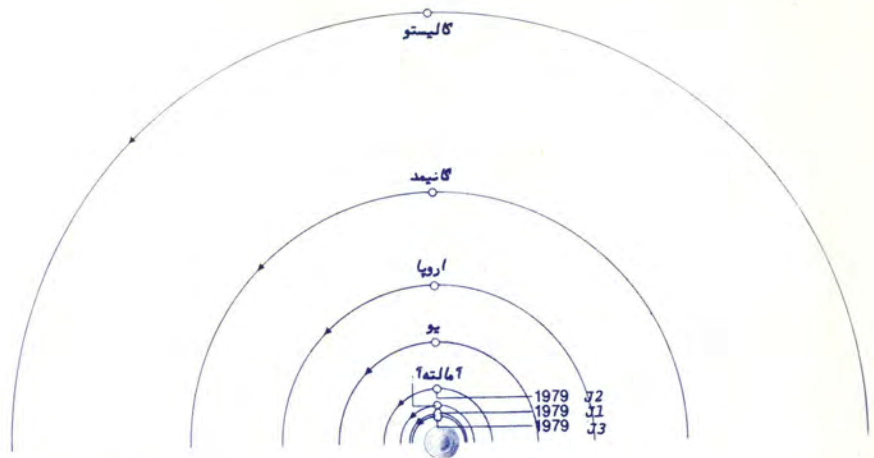
شماره	قمر	کاشف	سال کشف	فاصله متوسط از مرکز مشتری km	قطر km	قدر	میل مدار برحسب درجه	خارج از مرکزی مدار	مدت گردش نجومی برحسب روز	میانگین مدت گردش اقترانی d hr min sec
XVI	J3-79	Synnott	1980	127.600	≈ 40	?	?	?	0.295	?
XIV	J1-79	Jewitt & Danielson	1979	≈ 128.400	≈ 35	< 20	?	?	0.297	?
V	آمالتهآ	Barnard	1892	181.300	155 × 270	14.1	0.4	0.003	0.498	0 11 57 27.6
XV	J2-79	Synnott	1980	225.000	≈ 75	< 20	?	?	0.678	?
I	یو	Galileo, Marius	1610	421.600	3,632	4.9	0.0	0.0001	1.769	1 18 28 35.9
II	اروپا	Galileo, Marius	1610	670.900	3.126	5.3	0.5	0.0001	3.551	3 13 17 53.7
III	گانیمد	Galileo, Marius	1610	1,070.000	5,276	4.6	0.2	0.0014	7.155	7 03 59 35.9
IV	کالیستو	Galileo, Marius	1610	1.883.000	4,820	5.6	0.2	0.0074	16.689	16 18 05 06.9
XIII	لدا	Kowal	1974	11.100.000	8	20	26.7	0.1478	238.7	254
VI	هیمالیا	Perrine	1904	11.470.000	170	13.5	28	0.1580	250.6	266
X	لیسی‌تهآ	Nicholson	1938	11.710.000	19	18.4	29	0.1074	259.2	276
VII	الارا	Perrine	1905	11,743.000	80	15.8	28	0.2072	259.7	276
XII	آننکه	Nicholson	1951	20.700.000	17	18.6	147	0.169	631	551
XI	کارمه	Nicholson	1938	22.350.000	24	17.9	163	0.207	692	597
VIII	پاسیفه	Melotte	1908	23.300.000	27	18.6	148	0.410	744	635
IX	سینوپه	Nicholson	1914	23,700.000	21	18.1	157	0.275	758	645



قمرهای گالیله کمابیش با سیارات کوچک برابرند. بطور نمونه قطر گانیمد بزرگتر از سیارهٔ تیر است و غیراز قمراروپا بقیه اقمار گالیله از ماه زمین بزرگترند.

نام جدید قمرهای J3 و J1 و J2 به ترتیب عبارتست از: آدراستهآ Adrastea ، متیس Metis و تبه Thebe .

مدار قمرهای چهارگانه گالیله که مهمترین اقمار برجیس هستند در فاصله متوسط دو میلیون کیلومتری مشتری جای دارد. قمرهای J_1، J_2 و J_3 و همچنین آمالتهآ که در فاصله کمتر از ۴۰۰ هزار کیلومتری به دور مشتری گردش می‌کنند، در این شکل دیده می‌شود.



قمر به سطح مشتری محسوب می‌گردد. مدت گردش $J3$ به دور مشتری ۷ ساعت و ۵ دقیقه به طول می‌کشد.

$J1$ ــ بعد از $J3$ و پیش از آمالتهآ قرار دارد و همانند قمر $J3$ در تصاویر ارسالی سال ۱۹۷۹ فضاناو ویجر کشف شده است. این قمر که درون حلقه مشتری قرار گرفته در ثبات و پایداری حلقه مزبور نقش ارزنده‌ای دارد و شکل آن ظاهرا" تخم‌مرغی است و قطر آن بین ۳۰ تا ۴۰ کیلومتر است. نسبت بازتاب قمر مزبور از ۰/۰۵ کمتر است و به‌همین دلیل احتمالا" از جرم انبوهی برخوردار است. قمر $J1$ درفاصله‌حدود ۵۷،۰۰۰ کیلومتری سطح برجیس قرار گرفته و مدت گردش آن ۷ ساعت و ۸ دقیقه به درازا می‌کشد.

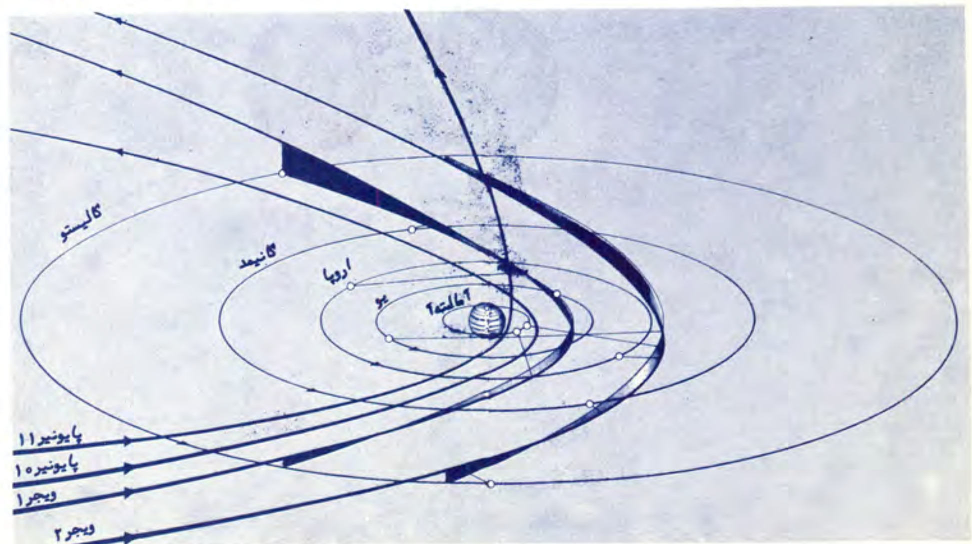
آمالتهآ Amalthea ــ این قمر که در سال ۱۸۹۲ بوسیله ادوارد امرسون بارنارد Edward Emerson Barnard کشف گردید، درواقع آخرین قمری است که توسط مشاهدات مستقیم در مقابل دیدگان زمینی قرار گرفته است. آمالتهآ به اندازه‌ای ضعیف و کم‌نور و به‌حدی به مشتری نزدیک است که دیدار مستقیم آن به دشواری انجام می‌گیرد. همانطوری‌که اشاره شد، این قمر مدت‌ها پیش از سفرهای فضائی شناسائی گردیده و اطلاعات مخابره شده از ویجرها بر آگاهی ما افزوده است.

ویجر ۱ تا فاصله ۱۰۰، ۴۲۰ کیلومتری به‌آمالتهآ نزدیک شد و ویجر ۲ از فاصله ۲۷۰، ۵۵۸ کیلومتری آن گذشت و هر دو سفینه عکس‌های جالبی از آن به زمین ارسال داشته‌اند.

آمالتهآ تقریبا" بیضوی است، قطر بلند آن ۲۷۰ کیلومتر و قطر کوتاه‌ش ۱۵۵ کیلومتر است و شکل نامنظم آن از تراکم زیاد قمر مزبور حکایت می‌کند.

کاوش‌ها و پژوهش‌های فضائی و اطلاعات بدست آمده حاکی است که آمالتهآ علاوه بر دریافت تشعشات خورشیدی از تشعشات برجیس نیز بهره‌مند است و احتمالا" دمای اضافه‌تری از طریق جریان‌های الکتریکی القاء شده بوسیله میدان مغناطیس مشتری نیز دریافت می‌دارد.

رنگ آمالتهآ به قرمز مایل است و سطح آن به احتمال زیاد از گوگرد پوشیده شده. در تصاویری که توسط ویجرها ارسال گردیده است، چهار عارضه نسبتا" عمده به شکل دوگود شهابی و دو کوه در سطح آن به چشم می‌خورد. از آنجائی که قطر ظاهری این قمر از دیدگاه مشتری ۷ دقیقه و ۲۴ ثانیه است و از سوی دیگر قطر ظاهری خورشید از دیدگاه سیاره مزبور کمتر از ۶ دقیقه می‌باشد، لذا آمالتهآ می‌تواند در برجیس خورگرفت کامل



مسیر ناوهای فضائی ــ مسیر فضاناوهای چهارگانه‌ای که به دیدار مشتری مامور گردیده‌اند در این شکل نشان داده شده است. پایونیرهای ۱۰ و ۱۱ که عمدتا" برای بررسی خود مشتری مامور شده‌بودند تنها چند عکس کم‌اهمیت از قمرهای برجیس به زمین مخابره کردند. ولی فضاناوهای ویجر بین ۵۰ تا ۹۰ درصد سطح اقمار گالیله را بخوبی عکسبرداری نمودند.





قمرهای گالیله ـ تلسکوپ‌های کوچک و حتی دوربین‌های دو چشمی خوب قادرند قمرهای گالیله را در معرض دید قرار دهند. این عکس‌ها که در ۲۵ و ۳۰ ژانویه ۱۹۵۵ از رصدخانه مک‌دونالد برداشته شده‌اند. قمرهای گالیله را نشان می‌دهند.

ایجاد نماید.

فاصله آمالتهآ از سطح برجیس ۱۰۹،۹۰۰ کیلومتر و مدت گردش آن به دور سیاره مادر ۱۱ ساعت و ۵۷ دقیقه به درازا می‌کشد.

J2 ـ این قمر که در مداری میان آمالتهآ و یو قرارگرفته، دومین قمری است که در عکس های مخابره شده بوسیله ویجر کشف گردیده است. اندازه *J2* بین ۷۰ تا ۸۰ کیلومتر است و مدار آن ۱۵۱،۰۰۰ کیلومتر از سطح فوقانی ابرهای مشتری فاصله دارد. مدت گردش *J2* ۱۶ ساعت و ۱۶ دقیقه است و تا این تاریخ* اطلاع دیگری از آن در دست نیست.

قمرهای گالیله

GALILEANS

معمولا" کشف قمرهای چهارگانه بزرگ مشتری را در روز ۷ ژانویه ۱۶۱۰ میلادی به گالیله نسبت می‌دهند، اما حقیقت این است که قمرهای مزبور را قبلا" شخص دیگری بنام سیمون ماریوس Simon Marius شناسائی کرده و حتی نام هائی برای آنها برگزیده است. دراینکه گالیله درشناسائی این اقمار کوشش بیشتری بکار برده و حرکات آنها را دقیقا" بررسی کرده است، تردیدی نیست و بجا است هر دو نفر را کاشفین واقعی اقمار مزبور بدانیم.

گالیله در گزارش خویش می‌نویسد: خوشبختم جهانیان را از کشف چهار سیاره که انسان از وجود آنها تا این تاریخ بی‌خبر بوده است، آگاه سازم"

کشف گالیله از اهمیت بسزائی برخوردار است، زیرا باورهای گذشته را مبنی بر اینکه زمین مرکز عالم است و کائنات به دور آن طواف می‌کنند، کلا" به یک‌سو نهاد و با تجسم منظومه مشتری زمین را ازمرکز کائنات بیرون کشید و به گرد خورشید به گردش درآورد.

بهرحال حتی دوربین‌های کوچک نیز قادرند قمرهای گالیله را در برابر دیدگان ما نمایان سازند و گردش آنها را به دور برجیس نمایش دهند و پدیده‌هائی چون گرفت Eclips، پوشش Occulation و عبور Transit اقمار مزبور را از برابر قرص مشتری بخوبی آشکار نمایند.

مدار قمرهای گالیله کلا" برسطح استواء مشتری منطبق است و به همین جهت طی گردش خویش به دور برجیس گاه در پشت سیاره پنهان می‌گردند و پس از مدتی دوباره ظاهرمی‌شوند و پس‌از عبوراز مقابل مشتری، مجددا" به پشت مادر خویش می‌خزند. به‌کمک تلسکوپ‌های خوب سایه اقمار گالیله را هنگامی‌که از مقابل قرص مشتری عبور می‌کنند به آسانی می‌توان مشاهده کرد. سایه اقمار مزبور ظاهرا" به‌صورت لکه‌های تاریکی است که اندازه‌آنها با جثه قمر متناسب است. قمرهای گالیله گاه هنگام عبور یکدیگر را نیز می‌پوشانند و بدینسان قمری خسوف قمر دیگر را باعث می‌گردد.

خسوف قمر یو بوسیله گانیمد در ۸ فوریه ۱۹۲۰ و گرفت قمر یو بوسیله کالیستو در ۱۸ فوریه ۱۹۳۲ را از جمله رویدادهای مزبور می‌توان برشمرد.

برای آشنائی با قمرهای گالیله، آنها را از درونی‌ترین قمر یعنی یو تا بیرونی‌ترین آنها یعنی کالیستو به ترتیب در صفحه‌های آینده بررسی خواهیم کرد:

* ۱۹۸۴، سال انتشار کتاب اصلی. م

شناسنامه قمرهای گالیله

The Satellites of Galileans

	یو	اروپا	گانیمد	کالیستو
جرم ، در مقایسه با جرم مشتری برابر ۱	$۴/۶۹۶ \times ۱۰^{-۵}$	$۲/۵۶۵ \times ۱۰^{-۵}$	$۷/۸۴۵ \times ۱۰^{-۵}$	$۵/۶۰۳ \times ۱۰^{-۵}$
جرم ، در مقایسه با جرم ماه برابر ۱	۱/۲۱۳	۰/۶۶۳	۲/۰۲۷	۱/۴۴۸
چگالی (تراکم) متوسط برحسب کیلوگرم بر مترمربع	۳/۵۳۰	۳/۰۳۰	۱/۹۳۰	۱/۷۹۰
گرانش سطحی برحسب متر بر مجذور ثانیه	۱/۸۰	۱/۴۶	۱/۴۳	۱/۱۴
سرعت گریز برحسب کیلوگرم در ثانیه	۲/۵۶	۲/۰۹	۲/۷۵	۲/۳۸

یو

IO

درونی‌ترین قمر از اقمار گالیله ، یو نام دارد که بعد از J2 و پیش از اروپا واقع شده و شعاع‌آن ۱۸۲۰ کیلومتر و نسبت بازتاب‌آن ۰/۶۳ است . یو درمیان قمرهای گالیله با چگالی $۳/۵ \times ۱۰^{۳}$ کیلوگرم در مترمکعب که با چگالی (تراکم) ماه برابری می‌کند ، متراکم‌ترین قمر بشمار می‌آید . تا پیش از مأموریت ویجرها ، کارشناسان بر این گمان بودند که سطح یو همانند ماه از گودهای شهابی پوشیده شده و چهرهٔ آبله‌گونی به قمر مزبور بخشیده است ، اما فضاناو ویجر ۱ بر این پندار پایان بخشید و نشان داد که قمر یو دارای سطحی پف‌کرده و کمابیش قابل انعطافی است که نشانه‌های فراوانی از فعالیت‌های آذرین در گوشه و کنار آن به‌چشم می‌خورد .

تصاویری که بوسیله ویجر ۱ و از فاصله ۴۲۰،۱۰۰ کیلومتری یو تهیه شده ، نشان می‌دهد که رنگ قمر مزبور قرمز مایل به نارنجی است و عوارض چشمگیر آن به آتشفشان‌های عظیمی اختصاص یافته که سرعت فوران‌پاره‌ای از آنها به بیش از یک کیلومتر در ثانیه (یعنی بمراتب سریع‌تر از سرعت فوران آتشفشان معروف اتنا) بالغ می‌گردد و ارتفاع فوران‌ها به ۷۰ تا ۳۰۰ کیلومتر می‌رسد .

ویجر ۲ نیز که از فاصله ۵۵۸،۲۷۰ کیلومتری قمر یو گذشت ، شرایط حاکم بر یو را دوباره تأئید نمود و افزون برآن نشان داد که پوستهٔ قمر مزبور از گوگرد و دی‌اکسید گوگرد تشکیل یافته و مواد گداخته سیلیکاته درونی ، یورا زیر پوشش قرار داده است و هستهٔ آن به یک توده مرکزی احتمالاً جامد اختصاص یافته است .

با وجود کم بودن سرعت‌گریز یو که قاعدتاً بایستی از توانائی کافی برای نگهداری جو در پیرامون خویش عاری باشد ، مع‌الوصف پایونیر ۱۰ در دسامبر ۱۹۷۳ وجود جو رقیقی را با فشار کمتر از $۱۰^{-۳}$ پاسکال در اطراف یو نشان می‌دهد .

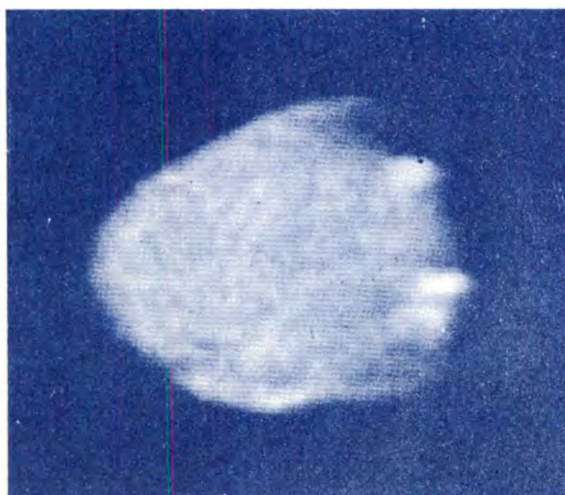
اروپا

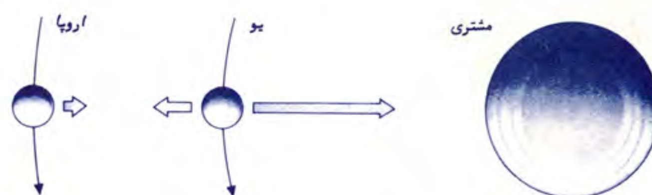
EUROPA

قمر اروپا که با شعاع ۱۵۲۵ کیلومتر کوچکترین قمر گالیله بشمار می‌آید ، بین یو و گانیمد واقع شده‌است . چگالی این قمر که از نظر اندازه و جرم تقریباً با ماه برابر است ، حدود $۳/۳ \times ۱۰^{۳}$ کیلوگرم در مترمکعب است و با نسبت بازتاب ۰/۶۴ بهترین منعکس کننده اقمار گالیله محسوب می‌گردد .

فضاناو ویجر ۱ از ۷۳۲،۲۳۰ کیلومتری قمر مزبور به آن نزدیک‌تر نگردید و به‌همین دلیل تصویرهای آن در مقایسه با تصاویر دیگر اقمار گالیله از وضوح کمتری برخوردار است . عکس های مزبور رویهمرفته نشان می‌داد که

این عکس که به‌وسیله ویجر ۱ در چهارم مارس ۱۹۷۹ و از فاصله ۴۲۵،۰۰۰ کیلومتری آمالتهٔ برداشته شده ، شکل نامنظم قمر مزبور را به خوبی نشان می‌دهد .



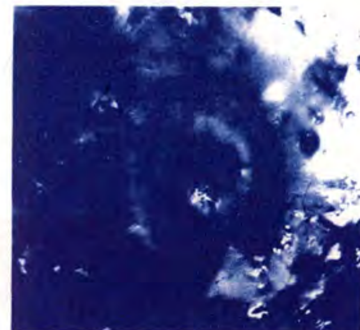


قمر یو علاوه بر اینکه از نیروی گرانش مادر خویش متاثر است، از نیروی ثقل دیگر اقمار گالیله به ویژه اروپا نیز رنج می‌برد. تاثیر نیروهای مزبور بر سطح یو، پوستهٔ پف‌کرده قابل انعطاف و نسبتا" نرمی را به آن تحمیل کرده و مواد گداخته درونی را به فعالیت‌های آذرین چشمگیری واداشته است.

قمر اروپا شباهتی با قمر یو ندارد و سطح آن تقریبا" سفید و هموار است و نشانه‌ای از آتشفشان و گودهای شهابی در آن دیده نمی‌شود. ویجر ۲ به اروپا نزدیک‌تر شد و تصاویر خوب و روشنی از فاصله ۲۰۴،۰۳۰ کیلومتری آن به زمین مخابره نمود.

در عکس‌های مزبور خط‌های تاریک و روشنی که یکدیگر را قطع می‌کنند به چشم می‌خورد که عرضشان به حدود ۴۰ کیلومتر و طول آنها به هزاران کیلومتر می‌رسد. خطوط مزبور بوسیله شیارهای کوتاهتری به عرض ۱۰ کیلومتر قطع می‌گردند.

پوسته هموار و تقریبا" صاف اروپا این تصور را ایجاد می‌کند که سطح قمر مزبور را پوسته‌ای از یخ به ستبرای حدود ۱۰۰ کیلومتر فرا گرفته و یا پستی‌های آن را آب یخ‌بسته‌ای پوشانیده و ظاهرا" ناهمواری‌ها را مخفی ساخته است.



این عکس که به‌وسیله ویجر ۲ از قمر یو تهیه شده، فعالیت وسیع یکی از آتشفشانها را که پله *Pele* نام دارد، نشان می‌دهد. دامنه فعالیتهای این آتشفشان تا ۱،۲۰۰ کیلومتر گسترده است.



درنواحی نیمگانی اروپا، عوارض تاریک و روشن وجود دارد که احتمالا" به گونه‌ای بمباران‌های شهابی وابسته‌اند.

گانیمد

GANYMEDE

قمر گانیمد که میان قمرهای اروپا و کالیستو قرار گرفته، بزرگترین قمر مشتری است. این قمر با دارا بودن نسبت بازتابی برابر ۰/۴ و شعاعی معادل ۲۶۳۵ کیلومتر یکی از بزرگترین قمرهای منظومه خورشیدی است که بوسیله تلسکوپ بخوبی دیده می‌شود. چگالی سراسری گانیمد تقریبا" دو برابر آب است و از این‌رو می‌توان استنباط نمود که نیمی از سنگ و نیمی از یخ آب تشکیل یافته و پوسته‌ای از یخ و مواد سنگی پیرامون تودهٔ سیلیکاته درونی آن را فرا گرفته است. گانیمد درون مغناطکره برجیس گردش می‌کند و نشانه‌ای از جو در پیرامون آن دیده نمی‌شود.

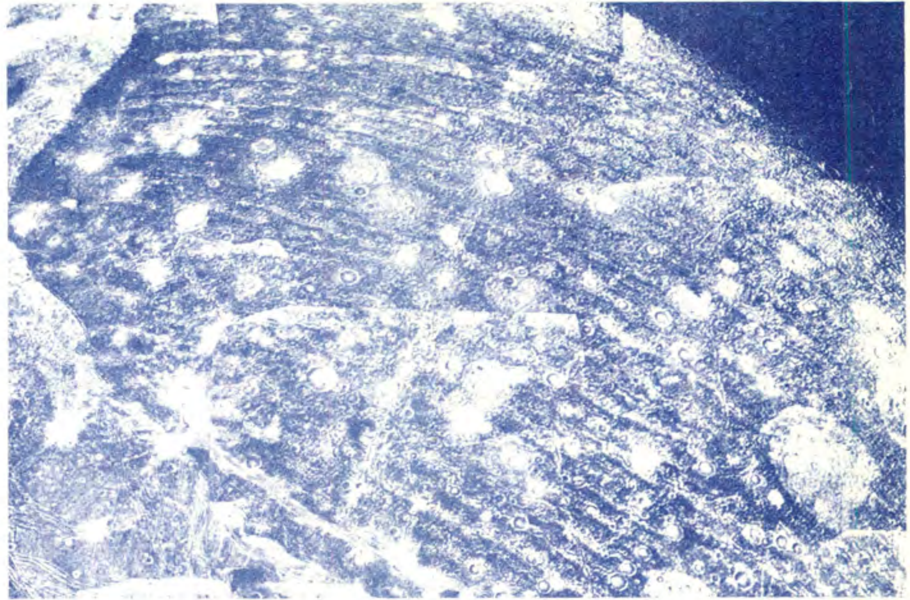
ویجر ۱ از فاصله ۱۱۲،۰۳۰ کیلومتری گانیمد عبور نمود و ویجر ۲ با فاصله‌ای برابر ۵۹،۵۳۰ کیلومتر از هشتاد درصد سطح آن عکسبرداری کرد. گانیمد در نخستین نگاه به ماه می‌ماند، زیرا چهرهٔ آن را گودهای فراوانی آبله‌گون ساخته است. اگر گودهای قمر مزبور را از گونه شهابی فرض نمائیم، ناگزیر باید بپذیریم که سطح گانیمد که عمدتا" از یخ تشکیل یافته، در روزگار گذشته بشدت زیر بمباران‌های شهابی قرار داشته است.

آزمایش‌ها و بررسی‌ها نشان می‌دهند که سطح گانیمد در برابر وزن زیاد از استقامت کافی برخوردار نیست و میزان آب آن احتمالا" از آب قمر اروپا بیشتر است.

کالیستو

CALLISTO

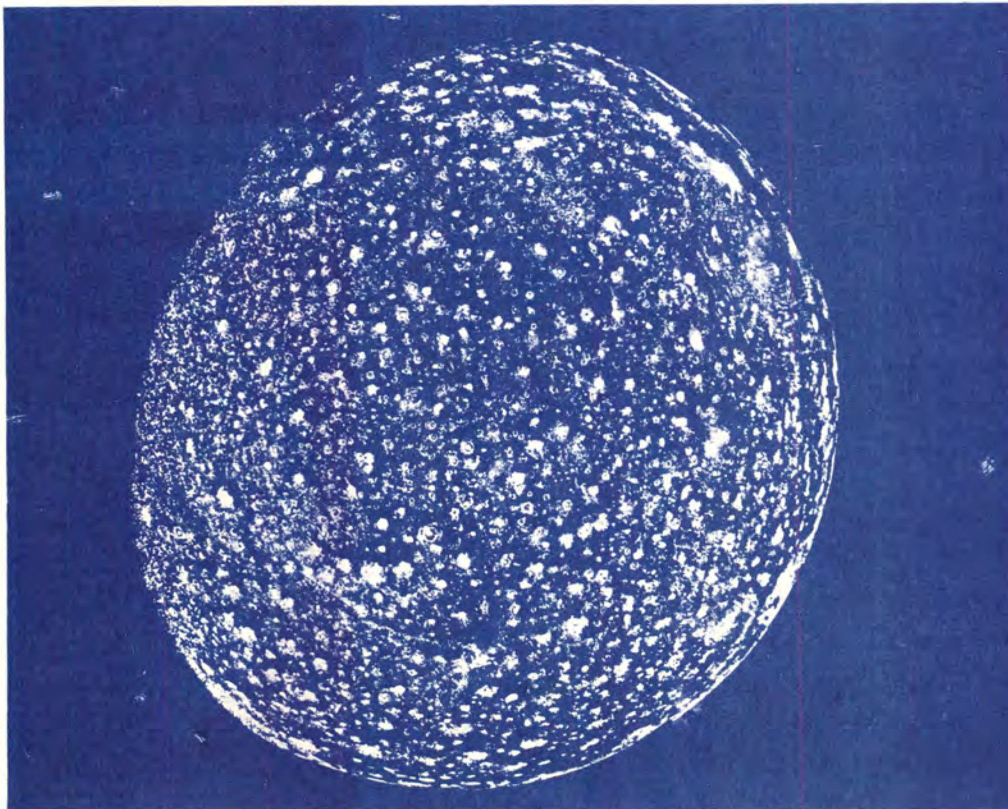
کالیستو بیرونی‌ترین قمر از اقمار گالیله است که درون مغناطکره مشتری و در آن سوی کمربندهای تشعشعی اصلی به گرد برجیس در گردش است و به‌همین دلیل تا اندازه‌ای از اثرات ذرات نیرومند و یا تشعشعات حرارتی مادر خویش در امان است. شعاع این قمر حدود ۲۵۰۰ کیلومتر است و چگالی آن $۱/۶ \times ۱۰^{۳}$ کیلوگرم در مترمکعب است و از این بابت کم‌چگال‌ترین قمر گالیله بشمار می‌آید. کالیستو از نظر بازتاب نور ضعیف است و نسبت آن از ۰/۲ تجاوز نمی‌کند. از آنجائی که ابعاد و چگالی قمر مزبور با دقت کافی اندازه‌گیری نشده لذا آگاهی ما نیز از کالیستو به‌همان میزان


یکی از نواحی بسیار پهناور و چشمگیر گانیمد، منطقه‌ای است بنام گالیله که گودهای بسیاری در آن دیده می‌شود. سطح منطقه مزبور که عمدتاً" از یخ پوشیده شده نسبتاً" هموار است و قطر آن به ۳،۲۰۰ کیلومتر می‌رسد.

محدود است. ساختمان درونی کالیستو ساده‌تر از گانیمد است و تقریباً" محقق است که پوستهٔ آن از یک لایه سنگ و یخ به ضخامت حدود ۳۰۰ کیلومتر تشکیل یافته و در زیر آن توده‌ای از آب انباشته گردیده و در میان آن هسته‌ای از مواد سیلیکاته بنام توده مرکزی جای‌گرفته است.

ویجر ۱ از فاصله ۱۲۳،۹۵۰ کیلومتری کالیستو گذشت و ویجر ۲ نیز قمر مزبور را از فاصله ۲۱۲،۵۱۰ کیلومتری دیدار نمود و به عکسبرداری از حدود ۸۰ درصد سطح آن موفق گردید.

بررسی‌های بعمل آمده آشکار می‌سازد که پوسته یخی کالیستو با بیش از ۴ هزار میلیون سال عمر، یکی از کهن‌ترین چهره‌های منظومه خورشیدی است. سطح کالیستو از گودهای گوناگون اشباع شده و علاوه بر آن یک سری دوایر متحدالمرکز نیز در گوشه و کنار آن به چشم می‌خورد که احتمالاً" در پی چروکیدن سطح پوسته قمر مزبور پدید آمده‌اند.


سطح کالیستو از گودهای شهابی فراوان آبله‌گون شده و عوارضی به شکل دوایر متحدالمرکز در گوشه و کنار آن دیده می‌شود.

قمرهای میانی
Mid Group

بعد از مدار کالیستو چهار قمر دیگر به دور مشتری در گردشند که جملگی کوچک بوده و بوسیله فن عکسبرداری کشف گردیده‌اند. قمرهای میانی که کلا" روی مدارهائی به فاصله تقریبی ۱۱ میلیون کیلومتر از مشتری قرار گرفته‌اند به‌ترتیب عبارتند از لدا، هیمالیا، لیسی‌تهآ و الارا. حرف آخر قمرهای میانی مشتری به آ (a) ختم می‌گردد.

لدا
Leda

این قمر که در مداری به فاصله متوسط ۱۱،۱۰۰،۰۰۰ کیلومتر به دور مشتری گردش می‌کند و بین مدار کالیستو و هیمالیا قرارگرفته درسال ۱۹۷۴ به وسیله چارلز کوال Charles Kowal عضو رصدخانه پالومار کشف گردید. قطر تقریبی لدا ۸ کیلومتر است و با دارا بودن قدری معادل ۲۰ یکی از کم‌نورترین اجرام منظومه خورشیدی بشمار می‌آید. یک دور گردش قمر مزبور ۲۳۸ روز و ۱۶ ساعت و ۴۸ دقیقه به درازا می‌کشد.

هیمالیا
Himalia

این قمر بوسیله سی دی پرین C.D. Perrine عضو رصدخانه لیک از روی عکسی که در سال ۱۹۰۴ برداشته شده بود، همراه با قمر الارا کشف گردید. هیمالیا که بعداز مدار لدا درفاصله‌متوسط ۱۱،۴۷۰،۰۰۰ کیلومتر به دور برجیس گردش می‌کند، دارای قطری معادل ۱۷۰ کیلومتر است و در مدتی برابر ۲۵۰ روز و ۱۴ ساعت و ۲۴ دقیقه یک بار به دور مشتری گردش می‌کند.

لیسی‌تهآ
Lysithea

قمر لیسی‌تهآ طی جنگ جهانی دوم یعنی در تاریخ ۶ ژوئیه ۱۹۳۸ بوسیله نیکولسون S.B. Nicholson عضو رصدخانه مونت ویلسون کالیفرنیا کشف‌گردید. لیسی‌تهآ بین هیمالیا و الارا قرار گرفته و روی‌مداری به فاصله متوسط ۱۱،۷۱۰،۰۰۰ کیلومتر به دور برجیس گردش می‌کند.قطر این قمر حدود ۱۹ کیلومتر است و یک دور گردش کامل آن ۲۵۹ روز و ۴ ساعت و ۴۸ دقیقه به درازا می‌کشد.

الارا
Elara

الارا همانند هیمالیا از روی عکسی که در سال ۱۹۰۴ برداشته شده بود، بوسیله سی‌دی‌پرین C.D. Perrine کشف گردید. این قمر که بعد از لیسی‌تهآ قرار دارد، روی مداری به فاصله متوسط ۱۱،۷۴۳،۰۰۰ کیلومتر به دور مشتری گردش می‌کند. قطر آن حدود ۸۰ کیلومتر و مدت گردش آن به دور برجیس ۲۵۹ روز و ۱۶ ساعت و ۴۸ دقیقه است.

قمرهای بیرونی مشتری
Outermost Group

این دسته از اقمار که تعدادشان همانند قمرهای میانی ۴تا است، برخلاف دیگر قمرهای مشتری دارای گردش پس رونده یا قهقرائی هستند و به‌ترتیب از داخل به‌خارج عبارتند از آننکه، کارمه، پاسیفه، و سینوپه.

قمرهای‌بیرونی که حرف آخر آنها به ا (e) پایان‌می‌یابد کلا" روی مدارهائی به‌فاصله ۲۰ تا ۲۴ میلیون‌کیلومتر به دور برجیس گردش می‌کنند.

آننکه
Ananke

قمر آننکه در سال ۱۹۵۱ بوسیله اس. بی. نیکولسون S.B. Nicholson کشف شد. این قمر که درونی‌ترین قمر از اقمار بیرونی مشتری محسوب می‌شود، بعد از مدار الارا جای دارد و فاصله آن از مشتری ۲۰،۷۰۰،۰۰۰ کیلومتر است. قطر آننکه حدود ۱۷ کیلومتر و مدت گردش آن به دور برجیس ۶۳۱ روز است.

کارمه
Carme

کارمه در ۳۰ ژوئیه ۱۹۳۸ یعنی در گیرودار جنگ جهانی دوم به‌وسیله اس.بی.نیکولسون S.B. Nicholson عضو رصدخانه مونت ویلسون کالیفرنیا کشف گردید. این قمر در مداری بعد از آننکه جای دارد و فاصله متوسط آن از مشتری ۲۲،۳۵۰،۰۰۰ کیلومتر است. قطر آننکه حدود ۲۴ کیلومتر و مدت گردش آن به دور برجیس ۶۳۱ روز است.

پاسیفه
Pasiphae

این‌قمر به‌وسیله پی. جی ملوت P.J. Melotte عضو رصدخانه گرینویچ در ۲۷ ژانویه ۱۹۰۸ کشف گردید. پاسیفه که مدار آن بین کارمه‌و سینوپه جای دارد، به‌فاصله متوسط ۲۳،۳۰۰،۰۰۰ کیلومتر به دور برجیس گردش می‌کند. قطر این قمر حدود ۲۷ کیلومتر و مدت گردش آن به دور مشتری ۷۴۴ روز است.

سینوپه
Sinope

قمر سینوپه در ۲۱ ژوئیه ۱۹۱۴ به‌وسیله اس. بی.نیکولسون S.B. Nicholson هنگامیکه مشغول عکسبرداری از پاسیفه بود، کشف شد. این قمر که بیرونی‌ترین قمر از اقمار شناخته شده مشتری می‌باشد، در فاصله ۲۳،۷۰۰،۰۰۰ کیلومتر به دور برجیس گردش می‌کند. قطرآن‌حدود ۲۱ کیلومتر و مدت گردش آن به دور مشتری ۷۵۸ روز است. در پایان این مطلب لازم است اشاره شود که در زمینه ویژگی‌های طبیعی قمرهای میانی و بیرونی مشتری اطلاعی در دست نیست و ماموریت فضاناوهای ویجر نیز کمکی در این راه نبوده‌است. علاوه بر آن مسلم این‌است که هنوز خانواده مشتری به‌درستی شناخته نشده و به بررسی‌های بیشتری نیاز دارد.

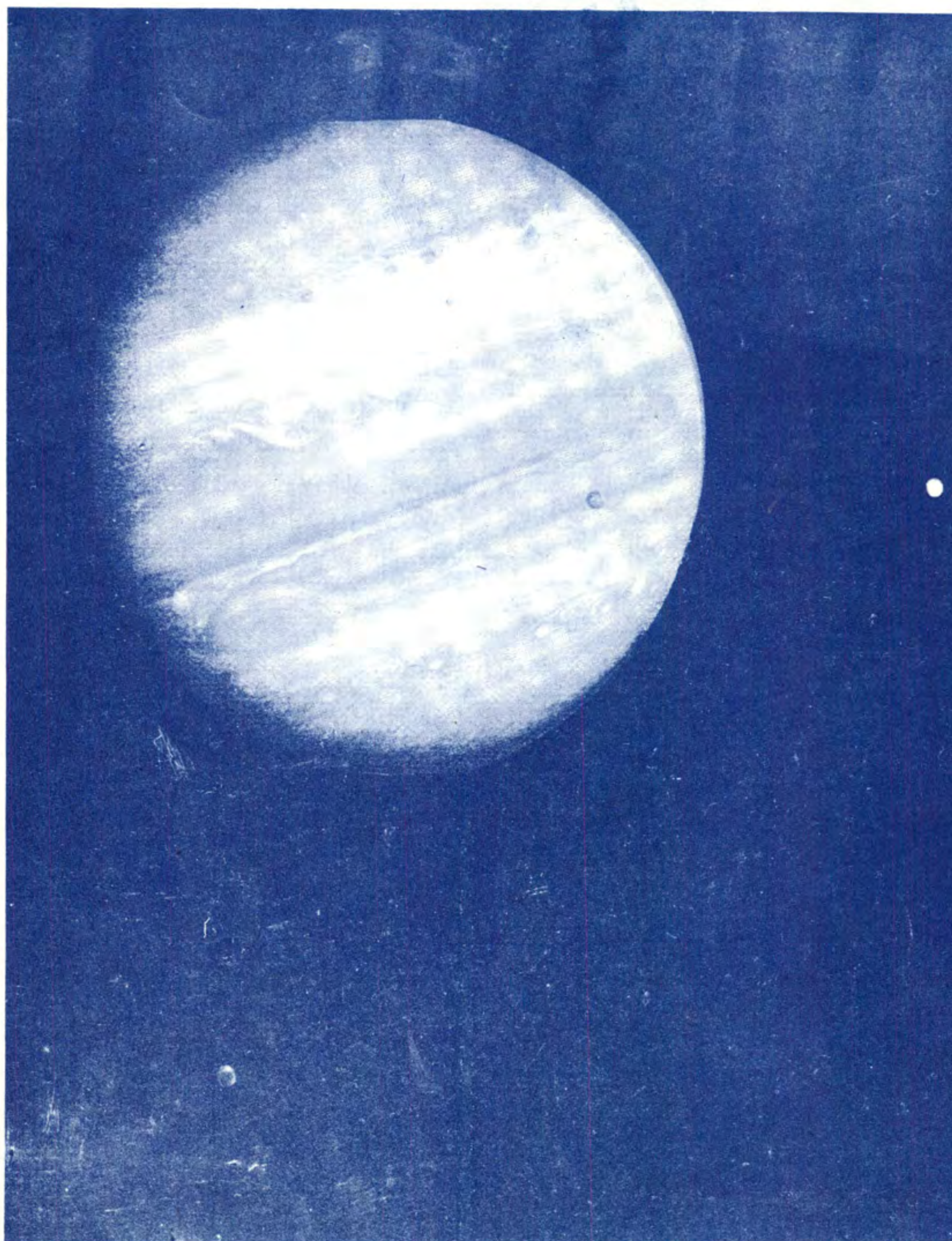
حلقه‌های مشتری

RINGS

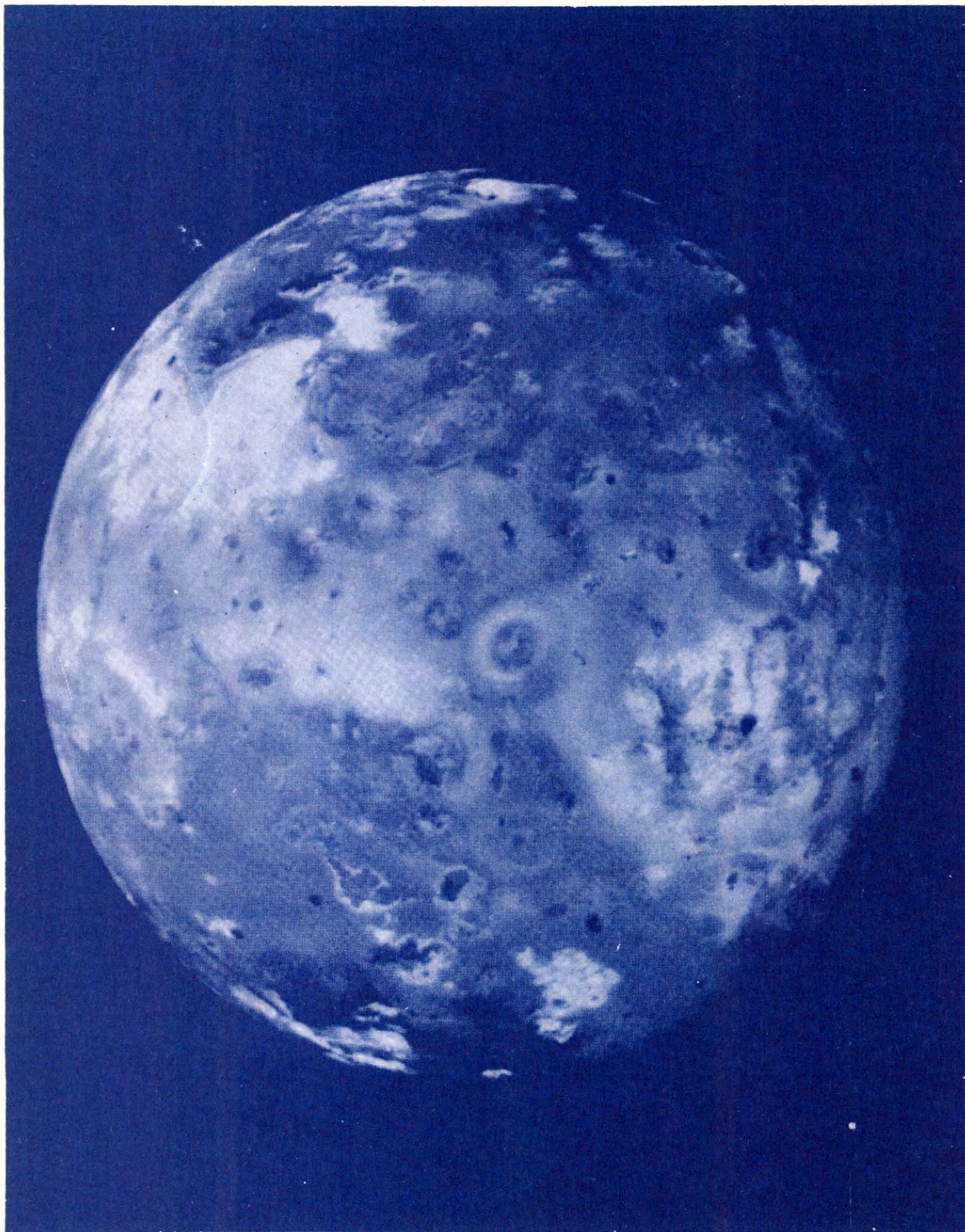
کشف حلقه‌های مشتری بی‌گمان مسئله‌ای است بس غیر منتظره و بسیار

شگفت‌انگیز. این حلقه‌ها که در ماموریت‌های ویجر ۱ و ۲ کشف شد از خرده اجرامی تشکیل یافته‌اند که در حد فاصل مدار قمر آمالته‌آ و سطح مشتری به دور سیاره برجیس در گردشند. پدیدهٔ مزبور حلقه‌های نسبتاً" باریک و درخشانی هستند که شعاع لبه خارجی آنها ۱۴۰±۱۲۶۳۸۰ کیلومتر و یا معادل ۱/۷۷۲ برابر شعاع برجیس است. در لبه داخلی حلقه‌های مشتری نوار درخشان باریکی به عرض حدود ۸۰۰ کیلومتر جای دارد که در فاصله تقریبی ۱۲۵،۵۸۰ کیلومتری سطح مشتری واقع است و به نظر می‌رسد که ذرات آن تا سطح مشتری همچنان‌گسترش یافته و احتمالا" با اکسیژن سطوح فوقانی جو برجیس پیوند یافته باشند.

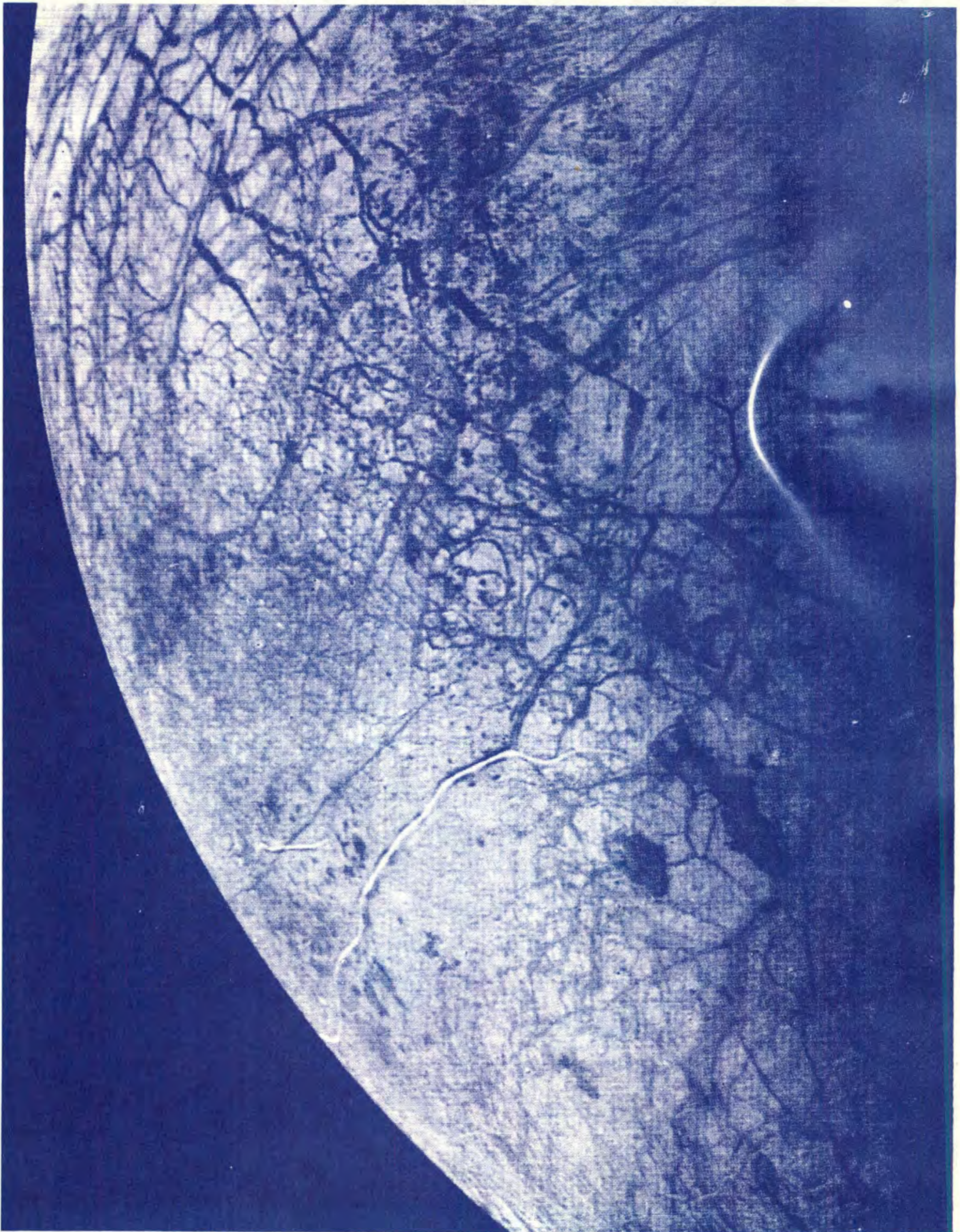
حلقه‌های مشتری دارای رنگ نارنجی بوده و از غبار نسبتا" انبوهی تشکیل یافته‌اند. قمرهای درونی J_1 و J_3 در ارتباط با حلقه‌های مزبور از نقش مهمی برخوردارند. بطور مثال قمر J_1 که دقیقا" در لبه خارجی حلقه واقع است، ضمن گردش خویش ذرات لبه مزبور را جارو کرده و همواره آن را مشخص و چشمگیر جلوه‌گر می‌سازد.



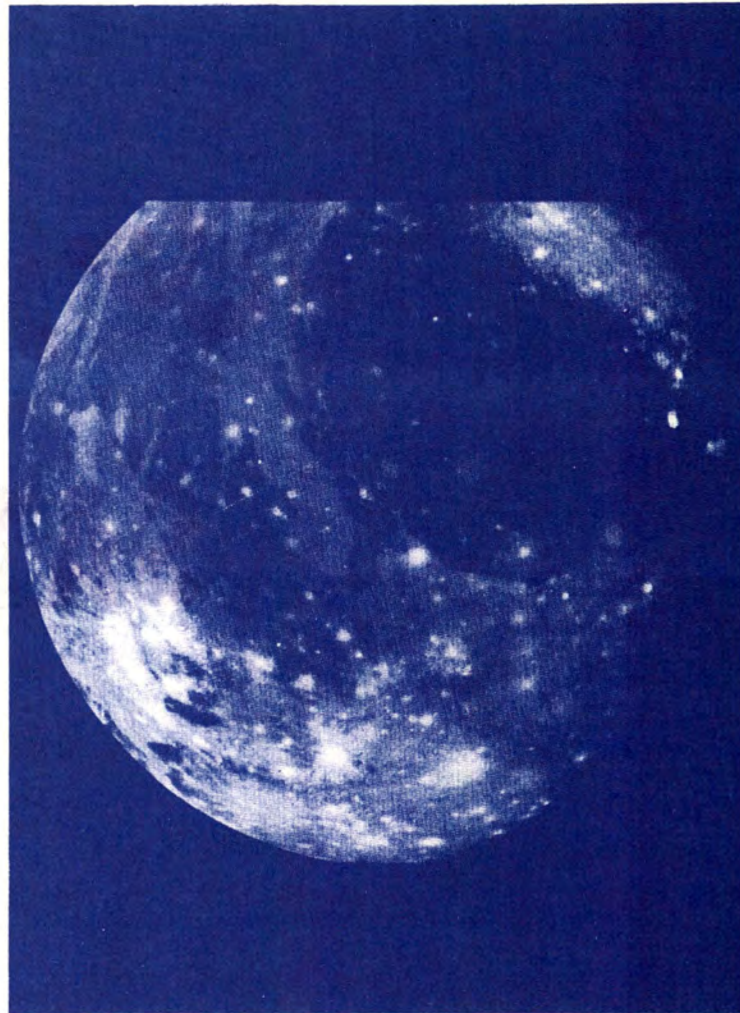
در این عکس که از فاصله ۲۸/۴ میلیون کیلومتری برجیس به‌وسیله ویجر ۱ در ۵ فوریه ۱۹۷۹ برداشته شده، سه تا از قمرهای گالیله به نام کالیستو (گوشه پائین سمت چپ)، اروپا (حاشیه سمت راست) و یو (روی قرص مشتری) دیده می‌شوند.



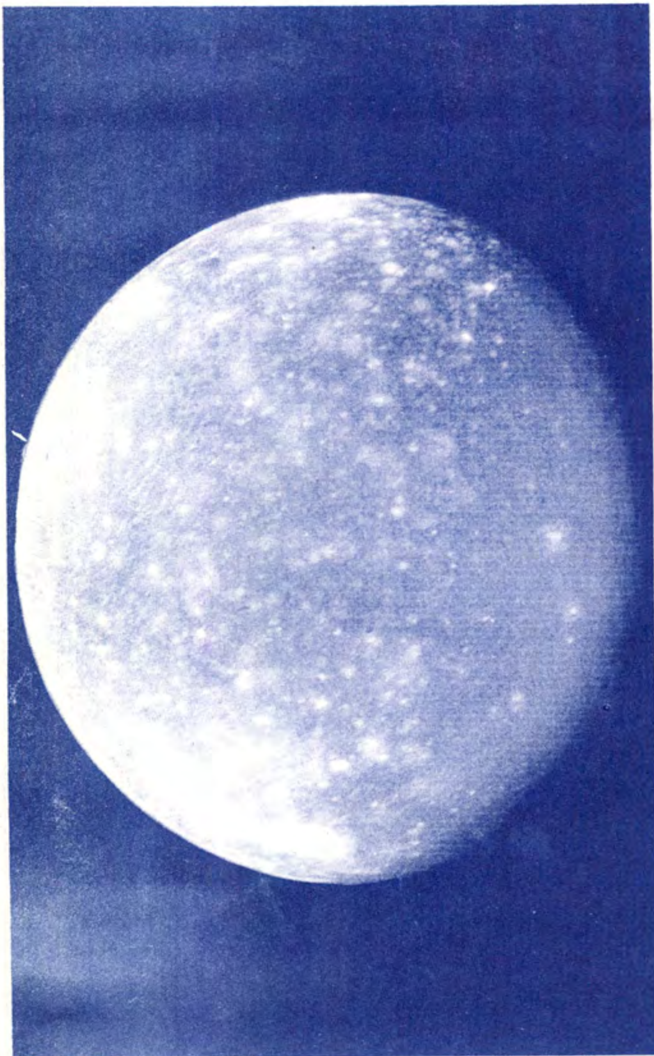
این عکس که از فاصله ۸۶۲،۰۰۰ کیلومتری قمر یو به وسیله ویجر ۱ در ۴ مارس ۱۹۷۹ برداشته شده، آتشفشانی را در حالت فعالیت، نشان می‌دهد.



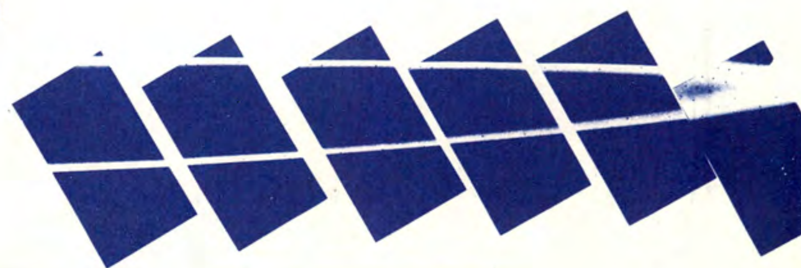
این عکس به وسیله ویجر ۲ در ۹ ژوئیه ۱۹۷۹ از فاصله ۲۴۱،۰۰۰ کیلومتری قمر اروپا تهیه شده.



قمر گانیمد از فاصله ۱/۲ میلیون کیلومتری که به وسیله ویجر ۲، در روز هفتم ژوئیه ۱۹۷۹ عکسبرداری شده است.



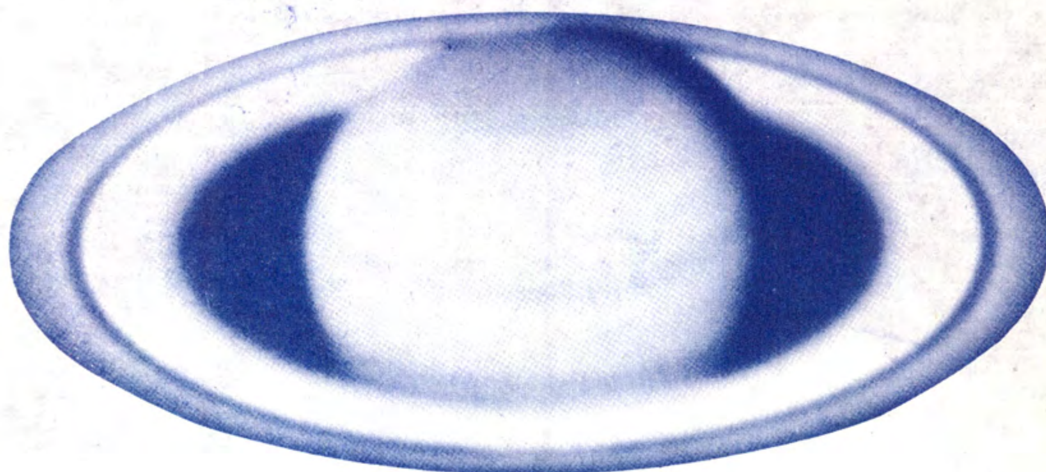
قمر کالیستو از فاصله ۱/۲ میلیون کیلومتری که به وسیله ویجر ۱، در روز پنجم مارس ۱۹۷۹ عکسبرداری شده است.



این موزائیک که عکس‌های آن از فاصله ۱،۵۵۰،۰۰۰ کیلومتری برجیس در ۱۰ ژوئیه ۱۹۷۹ برداشته شده، بخشی از حلقه‌های مشتری را نشان می‌دهد.

کیوان (زحل)

SATURN



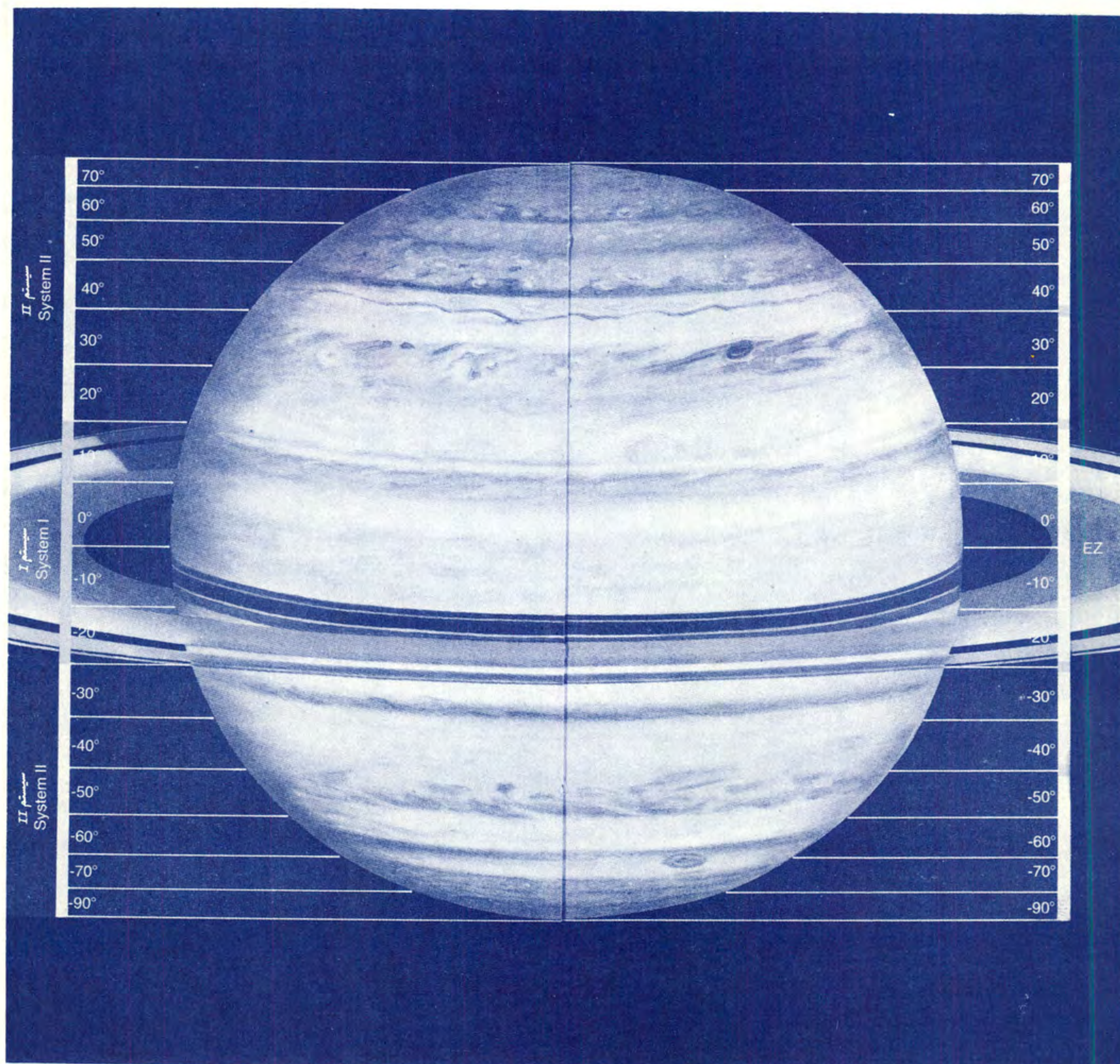
ویژگی‌های کیوان

CHARACTERISTICS OF SATURN

کیوان که در مرز جهان شناخته‌شده روزگار گذشته قرار دارد ، ششمین سیاره از منظومه‌خورشیدی است . نام‌لاتین کیوان یعنی ساترن *Saturn* از اسم پدر ژوپیتر (مشتری) نخستین‌فرمانروای اساطیری کوه المپ اقتباس گردیده است . جرم این سیاره ۹۵ بار بیشتر از زمین و اندازه آن از کلیه اعضای خانواده خورشید ، غیر از برجیس بزرگتر است .

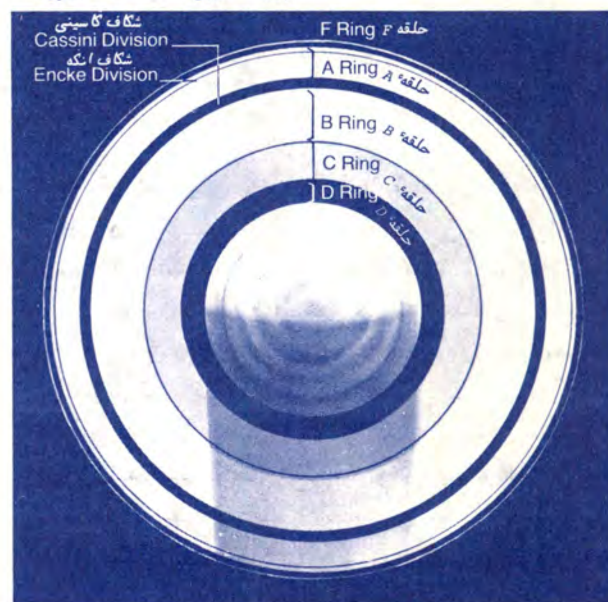
زحل‌بیش از ۲۰ قمرشناخته‌شده دارد که درمیان آنها تیتان *Titan* تنها قمر منظومه خورشیدی است که از یک جو انبوه بهره‌مند است .

کیوان روی مداری به‌فاصله متوسط ۱۴۲۷ میلیون کیلومتر به دور خورشید گردش می‌کند . مدار این‌سیاره همانند دیگر سیارات،خارج‌از مرکزی داشته و فاصله آن در پری هلیون به ۱۳۴۷ میلیون کیلومتر و در افلیون به ۱۵۰۷ میلیون کیلومتر می‌رسد . کیوان کم‌چگال‌ترین سیاره در منظومه خورشیدی است و مدت گردش آن به‌دور خورشید ۱۰۷۵۹/۲ روز زمینی به درازا می‌کشد .



قطر کیوان از برجیس ۲۲،۲۰۰ کیلومتر کمتر و از زمین حدود ۱۰۷،۸۰۰ کیلومتر بیشتر است.





پیرامون زحل را جوی مرکب از ئیدرژن و هلیوم فرا گرفته و بخش‌های درونی آن عمدتا" از ئیدرژن مایع و یک هسته نسبتا" کوچک تشکیل یافته است.

کیوان با چهره‌ای درخشان و رنگی مایل به زرد در میان بیشتر ستارگان کاملا" مشخص و چشمگیر است. قدر این سیاره حداکثر ۰/۳ــ است و پس از ناهید و مشتری و بهرام تابناک‌ترین جرم آسمان زمین بشمار می‌آید. میزان تابناکی کیوان متناسب با زاویه قائم دید حلقه‌های آن متفاوت است، زیرا حلقه‌های مزبور بیشتر از خود سیاره نور را منعکس می‌سازد.

زحل از درون تلسکوپ به کره زرد چهرهٔ پخت و خوابیده‌ای می‌ماند که همانند مشتری رگه‌ها و نوارهای تاریک‌وروشنی برسطح آن دیده می‌شود. سطح کیوان از جو انبوهی پوشیده شده و جز چند رگه تاریک و روشن که در عرض جغرافیائی جابجا می‌شوند، عارضه ثابتی در آن به چشم نمی‌خورد.

چرخش کیوان

Rotation

زحل نیــز مانند مشتری دارای چرخش سریعی است. زمان چرخش این سیاره در نواحی نیمگانی که به آن سیستم I می‌گویند، ۱۰ ساعت و ۱۵ دقیقه و در نواحی عرض بالا یا سیستم II برابر ۱۰ ساعت و ۳۸ دقیقه و در سیستم III که برپایه امواج رادیوئی گسیل شده از کیوان طبقه‌بندی می‌گردد، معادل ۱۰ ساعت و ۳۹/۴ دقیقه است.

چرخش سریع زحل موجب گردیده تا نواحی قطبی آن پخت و نواحی نیمگانی آن برعکس متورم و برآمده گردد و به‌همین دلیل قطر قطبی کیوان ۱۰۸،۰۰۰ کیلومتر و قطر نیمگانی آن ۱۲۰،۶۶۰ کیلومتر است.

زحل در مقایسه با مشتری دارای ظاهری نسبتا" آرام و برعکس از ثبات کمتری برخوردار است. با وجودی‌که لایه زبرین سیاره مزبور را ابرها و غبارهای مه‌آلود وانبوهی پوشانیده‌است. ولی همواره نوار نسبتا" عریضی از نواحی نیمگانی آن که به‌ویژه در مقایسه با نواحی قطبی و عرض متوسط، دستخوش تغییر چهرهٔ کمتری است، در معرض دید قرار دارد.

حلقه‌های زحل

The Rings

زیبائی و شکوه کیوان مدیون پدیده‌ای بنام حلقه‌های آن است. حلقه‌های عمده زحل سه‌تا هستندکه از خارج به داخل به ترتیب با حروف A و B و C نامگذاری می‌شوند. حلقه‌های A و B به‌وسیله شکاف کاسینی *Cassini Division* از هم جدا می‌شوند و حلقه A نیز خود جداگانه به وسیله شکاف دیگری بنام انکه *Enke* به دو قسمت می‌گردد. علاوه بر حلقه‌های سه‌گانه بالا، حلقه دیگری بنام D بین حلقه C و سطح سیاره وجود دارد که به‌وسیله شکاف فرنچ *French* از هم جدا شده و نیز در خارج از حلقه A حلقه دیگری بنام حلقه F موجود است که آن نیز به‌وسیله شکاف پایونیر *Pioneer* از حلقه A به دور افتاده است و در آن‌سوی حلقه اخیر دو حلقه دیگر نیز بنام G و E به‌چشم می‌خورد.

شناسنامه کیوان

Physical Data

قطر نیمگانی (استوائی)	۱۲۰،۶۶۰	کیلومتر
پختی یا فشردگی قطبین	۰/۱۰۲	
جرم	$۵/۶۸۴ \times ۱۰^{۲۶}$	کیلوگرم
حجم در مقایسه با زمین برابر ۱	۷۵۲	
چگالی در مقایسه با آب برابر ۱	۰/۷۰	
گرانش سطحی در مقایسه با زمین برابر ۱	۱/۱۹	
سرعت گریز	۳۵/۶	کیلومتر در ثانیه
چرخش استوائی	۱۰ ساعت و ۱۵ دقیقه	
میل محور	۲۶/۷۳	درجه
نسبت بازتاب	۰/۳۳	

تاریخچه شناخت کیوان

OBSERVATIONAL BACKGROUND

یقینا" شناخت زحل به زمان‌های گذشته بازمی‌گردد، زیرا هنگامی‌که تابناکی آن به حداکثر می‌رسد از دیگر روشنان آسمانی به‌جز شمار معدودی درخشان‌تر می‌شود و بر خودنمائی خویش می‌افزاید.

نخستین نشانه‌های شناخت کیوان از مردمان بین‌النهرین قرن هفتم

پیش از میلاد به جای مانده که طی آن از تقارن و همبری زحل و ماه حکایت می‌کند.

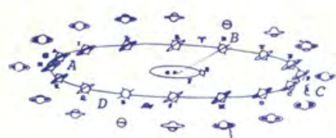
اولین مدرک مستند و قابل اعتماد به ژوئیه سال ۱۶۱۰ میلادی، هنگامی‌که گالیله با تلسکوپ خویش به دیدار کیوان رفت، تعلق دارد.

در آن سال گالیله که برای نخستین بار حلقه‌های زحل را از پشت تلسکوپ می‌دید، با شگفتی و تردید تصور کرد که با پدیده‌ای غیرعادی روبرو گردیده است. در سال ۱۶۱۰ حلقه‌های زحل در وضعی قرار داشتند که امتداد سطح آنها تقریبا" از دیدگاه زمینی عبور می‌کرد و خط نسبتا" ضخیمی عمود بر سیاره را جلوه‌گر می‌ساخت. بههمین جهت گالیله در یادداشت‌های خویش خاطرنشان می‌سازد که زحل یک کره تنها نیست بلکه از سه کره مماس برهم تشکیل یافته است. دو سال بعد هنگامی‌که سطح حلقه‌های زحل کمابیش رو به زمین قرارداشتند، بر شگفتی گالیله دوچندان افزوده شد و این گمان را که دو جرم کوچک به دور کیوان در گردشند، در ذهن وی بارور ساخت. تجدید نظر در فرضیات گالیله همچنان ادامه‌یافت تا سال ۱۶۱۶ که حلقه‌های کیوان شکل واقعی خود را آشکار ساختند وگالیله را از شک و تردید رهانیدند و وجود پدیده‌ای بنام حلقه‌های زحل را در اندیشه وی استوار ساختند.

درسال ۱۶۳۶ستاره‌شناس فرانسوی‌بنام‌پی .گاسندی *P. Gassendi* شکلی‌ازکیوان و حلقه‌های آن رسم‌کرد و تا سال ۱۶۵۹ که کریستین هویگنس *Christiaan Huygens* توصیف مناسبی برای چگونگی حلقه‌ها ارائه نمود، علت وجودی پدیدهٔ مزبور همچنان در هاله‌ای از ابهام باقی ماند. درآن سال هویگنس به‌کمک تلسکوپ ابتکاری خویش که اجرام را ۵۰ بار بزرگتر می‌نمود به دیدار و بررسی حلقه‌های کیوان پرداخت و پدیدهٔ مزبور را صفحهٔ نازکی انگاشت که منطبق با سطح نیمگان سیاره به دور کیوان در گردش بوده‌و نسبت به سطح دایره‌البروج متمایل است.

پاره‌ای توضیحات و توصیفهائی که در زمینه علت وجودی حلقه‌های زحل در گذشته بیان شده، برای نسل امروزی بس عجیب و شگفت می‌ماند. بطورمثال ژیل‌دوربروال *Gilles de Roberval* ریاضی‌دان‌فرانسوی می‌پنداشت که زحل به‌وسیله کمربندی از بخارهای گداخته پوشیده شده، اونور فابری *Honore Fabri* ریاضی‌دان‌دیگرفرانسوی، وجودحلقه‌های زحل را از سوئی در ارتباط با گردش دو قمر سیاه نامرئی که به‌کیوان بسیار نزدیک هستند، پنداشته و از سوی دیگر به گردش سریع دو قمر تابناک که در فاصله دورتری از کیوان قرارگرفته‌اند مربوط دانسته‌است. کریستوفر رن *Christopher Wren* استاد نجوم دانشگاه آکسفورد در سال ۱۶۵۸ معتقد بود که زحل را هاله‌ای بیضی شکل که در دو محل با سیاره در تماس است، فرا گرفته. حتی‌ستاره‌شناس نامدار ایتالیائی بنام‌جی. دی. کاسینی *G.D. Cassini* مدیر رصدخانه‌پاریس که شکاف کاسینی به‌افتخار وی نام گرفته است، معتقد بود که حلقه‌های زحل از موادی جامد و یا مایع تشکیل یافته است.

در سال ۱۸۳۷ جی. اف. انکه *J.F. Encke* مدیر رصدخانه برلین شکاف دیگری را که در مقایسه با شکاف کاسینی از اهمیت وچشمگیری کمتری برخوردار بود، در حلقه *A* کشف کرد. افزون بر شکافهای بالا، شکافهای کوچک دیگری نیز بعدها کشف شد و امروزه مسلم گردیده که



هویگنس معتقد بود که میل سطح حلقه‌های کیوان نسبت به سطح مدار سیاره مزبور از یک سو و موقعیت فصلی زمین از سوی دیگر باعث می‌شود که حلقه‌های مزبور را در موقعیتهای *A* و *C* در حالت حداکثر مشاهده نمائیم. کیوان درچنین موقعیتهایی به‌درخشان‌ترین حالت خود می‌رسد و بر عکس در موقعیتهای *B* و *D* درحداقل تابناکی قرار می‌گیرد.

شکافهای بسیاری‌که‌اغلب‌اززمین‌دیده‌نمی‌شوند، درحلقه‌های‌زحل‌موجوداست.

در سال ۱۸۵۲ ویلیام لاسل *W. Lassell* پی برد که حلقه‌های زحل کمابیش شفاف هستند و نور از آنها عبور می‌کند. در سال ۱۸۵۷ جیمز کلرک *James Clerk* اظهار نظر نمود که حلقه‌های زحل از از خردیزه‌های کوچکی پدید آمده که به‌دلیل نزدیک بودن بههم، یکپارچه به‌نظرمی‌آیند. و سرانجام جی. ای کیلر *J.E. Keeler* درسال ۱۸۹۵ نشان داد که سرعت گردش حلقه‌های زحل متناسب با نزدیک بودنشان به سیاره فزونی می‌یابد. کیلر به‌کمک قوانین کپلر و همچنین‌اثرداپلر توانست سرعت گردش ذرات حلقه‌های زحل را اندازه‌گیری نماید. به‌دنبال وی دبلیو. دبلیو. کمبل *W.W. Campbell* سرعت گردش‌خردیزه‌های‌حلقه *B* را معادل ۱۸/۹۴ کیلومتر در ثانیه‌اندازه‌گیری کرد و برای ذرات‌حلقه‌های میانی سرعتی برابر ۱۷/۳۷ کیلومتر در ثانیه را محاسبه نمود و برای خردیزه‌های حلقه *A* به سرعتی‌معادل ۱۵/۸ کیلومتر درثانیه دست‌یافت.

در سال ۱۸۶۶ ستاره‌شناس آمریکائی بنام دانیل کرک وود *Daniel Kirkwood* اظهار داشت که شکافهای کاسینی و انکه معلول آشوبها و اختلالات ناشی از گردش پاره‌ای از قمرهای کیوان مانند میماس *Mimas* و انسلادوس *Enceladus* و تتیس *Tethys* و دیون *Dione* می‌باشد.



۲۲ مارس ۱۹۴۸



۱۵ ژانویه ۱۹۴۵



۱۵ اوت ۱۹۶۵



۲۰ اکتبر ۱۹۳۷



۱۵ سپتامبر ۱۹۲۹



۱۹ سپتامبر ۱۹۳۴

تغییر چهرهٔ حلقه‌های کیوان

عکسهای فراوانی که طی سالهای ۱۹۲۱ تا ۱۹۶۵ به‌وسیله رصدخانه لوول *Lowell* از زحل گرفته شده، نشان‌می‌دهند که تغییر چهرهٔ حلقه‌های کیوان معلول تمایل محور چرخش زحل نسبت به سطح مدار گردش آن و تغییر زاویه دید حلقه‌های مزبور از زمین است.

خاصیت مغناطیسی کیوان

MAGNETIC PROPERTIES

تا پیش از ماموریت پایونیر ۱۱ Pioneer آگاهی چندانی از خاصیت مغناطیسی کیوان نداشتیم و فقط یک میدان احتمالی را برای آن متصور بودیم و همانندی فراوان کیوان و مشتری که این آخری خود از میدان مغناطیسی نیرومندی بهره‌ور بود، بر این پندار توان می‌بخشید. اما وجود حلقه‌های کیوان بر پیچیدگی مسئله می‌افزود و آنها را مانعی برای الکترونهای نیروزا بشمار می‌آورد.

ماموریت فضاناوهای پایونیر و ویجر بر این تردیدها برای همیشه پایان بخشید و نشان داد که میدان مغناطیسی نیرومندی در کیوان موجود است.

برای آگاهی از چگونگی پیدایش میدان مغناطیسی زحل نخست ساختمان درونی احتمالی سیاره مزبور را بررسی خواهیم کرد.

ساختمان درونی کیوان

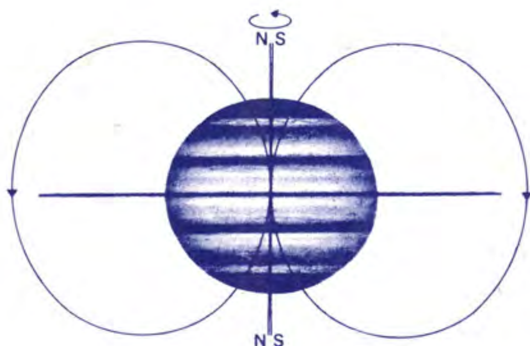
Interior

می‌دانیم که سرچشمه میدان مغناطیسی هر سیاره با ساختمان درونی آن در ارتباط است. چگونگی پیدایش نیروی مغناطیسی درمشتری (به‌همان نحوی که در بخش برجیس اشاره شد)، در مورد کیوان نیز احتمالاً صادق خواهد بود. کیوان نیز همانند مشتری از عناصر سبکی چون ئیدرژن وهلیوم ترکیب یافته و چگالی آن فقط ۰/۷ آب است، حال آنکه چگالی سیارات خاکی مانند تیر، ناهید، زمین و مریخ بطور متوسط پنج بار از آب بیشتر است. اما سیارات غول‌پیکر مشتری و کیوان و اورانوس از نظر نیروی گرانشی (ثقل) آنچنان توانمندند که عناصر سبک را بخوبی درخود نگه می‌دارند و سرعت گریز قابل توجه آنها از پراکنش این‌گونه عناصر بشدت جلوگیری می‌کند.

مشاهدات ویجر ۱ و ۲ یک تفاوت مهم را میان مشتری و زحل آشکار می‌سازد و آن این است که مقدار هلیوم کیوان خیلی کمتر از برجیس است. در زحل مقدارهلیوم فقط ۱۱ درصد جرم جو بالای ابرها را تشکیل می‌دهد، درحالیکه در مشتری این رقم به ۱۹ درصد بالغ می‌گردد. این تفاوت از اختلاف احتمالی ساختمان درونی این دو سیاره حکایت می‌کند.

نشانه‌ها و قرائن گویای آن است که فشاری معادل یک اتمسفر در زیر لایه‌های مرئی ابرهای فوقانی کیوان وجود دارد و دمای آن به ۱۴۰ کلوین می‌رسد. عمل دگرگونی و استحالهٔ مولکولی ئیدرژن به ئیدرژن فلزی در ژرفای ۳۲۰۰ کیلومتری زیر ابرها و در دمای ۹۰۰۰ کلوین و فشار ۳ میلیون اتمسفر انجام می‌شود. دمای توده مرکزی معادل ۱۲،۰۰۰ کلوین و فشار آن حدود ۸ میلیون اتمسفر است.

شعاع توده مرکزی کیوان معادل ۱۶ درصد شعاع کلی کره مزبور و از نظر جرم سه برابر زمین است.

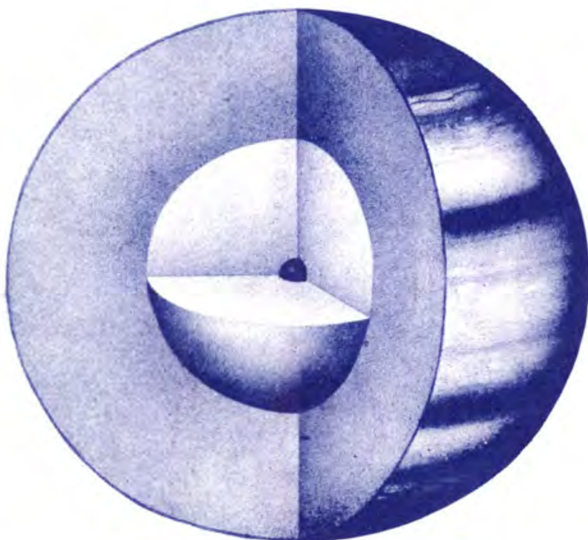


میدان مغناطیس کیوان در قطب شمال نیرومندتر از دیگرجاهای کره مزبور است. مرکز این میدان در امتداد محور چرخش سیاره و حدود ۲۴۰۰ کیلومتری شمال محور مزبور (نسبت به مرکز سیاره) قرار دارد. یکی از ویژگیهای کیوان آن است که محور مغناطیسی و محور چرخش آن تقریباً بر هم منطبقند و زاویه انحراف آنها از یک درجه کمتر است.

میدان مغناطیس کیوان

Magnetic Field

نخستین اطلاع موثق درباره میدان مغناطیس کیوان به‌کمک پایونیر ۱۱ بدست آمد. فضاناو مزبور زمانی که هنوز ۱،۴۴۰،۰۰۰ کیلومتر تا کیوان فاصله داشت، نشانه‌هائی از میدان مغناطیس را در پیرامون سیاره مزبور مخابره نمود و هنگامی‌که به حدود لبه خارجی حلقه‌های زحل رسید، وجود قطعی میدان مغناطیسی سیاره مزبور را اعلام داشت. ویجرهای ۱ و ۲ که



براساس فرضیه‌ای که به‌وسیله دبلیو. بی. هوبارد W. B.Hubbard و همکارانش ارائه شده، کیوان دارای یک توده مرکزی هم‌اندازه زمین و از نظر جرم سه برابر سنگین‌تر از آن است. پیرامون توده مزبور را لایه‌ای از ئیدرژن فلزی فرا گرفته و روی آن را ئیدرژن مولکولی پوشانیده است و جو کیوان بر فراز آن واقع شده.

در پی پایونیر ۱۱ به فضای پیرامون کیوان مامور گردیدند ، وجود میدان مزبور را تائید نمودند و نیروی آن را معادل هزار بار بیشتر از زمین وحدود ۲۰ بارضعیفتر از مشتری اندازه‌گیری کردند . این اندازه‌گیری‌ها نشان داد که نیروی مغناطیس در بالای ابرهای واقع بر فراز استوای کیوان ۰/۲۲ گاوس است (میدان مغناطیس در سطح زمین ۰/۳ گاوس‌است) و محور مغناطیس زحل نسبت به محور چرخش آن حدود یک درجه انحراف دارد (درمقایسه با انحراف ۱۰ درجه‌ای مشتری و زمین در خور توجه است) . افزون بر آن معلوم گردید که زحل از خود امواج رادیوئی گسیل می‌داردکه‌هر دور زمانی آن ۱۰ ساعت و ۳۹/۴ دقیقه به درازا می‌کشد . دوره مزبور را زمان چرخش واقعی کیوان محسوب داشته و آن را تحت عنوان سیستم *III* طبقه بندی می‌نمایند .

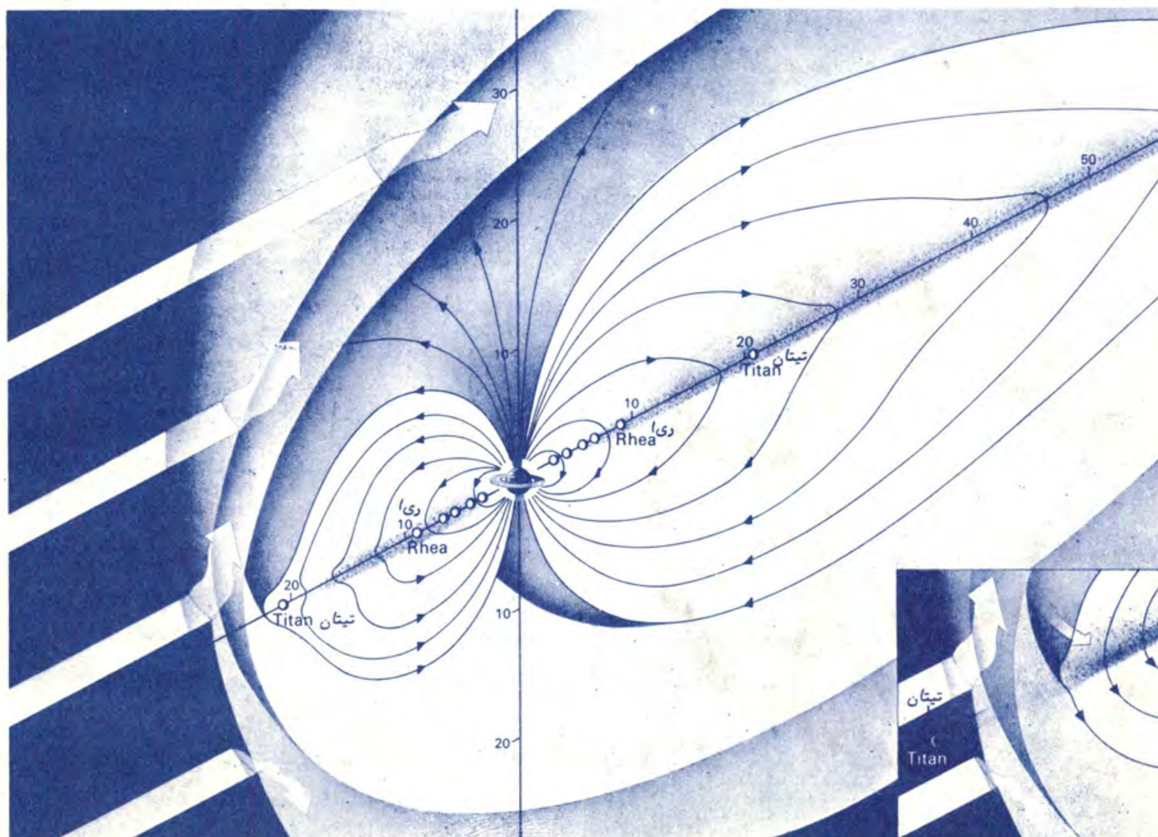
مغناطکره کیوان

MAGNETOSPHERE

مغناطکره کیوان از مغناطکره مشتری ضعیف‌تر و از مغناطکره زمین نیرومندتر است و ظاهرا" درحد فاصل میان آن دو قرار دارد . می‌دانیم که مغناطکره زمین دارای دنباله طویلی‌است و دنباله‌مغناطکره‌برجیس به‌مراتب از آن هم طویل‌تر است و حتی تا آن‌سوی مدار کیوان نیز ادامه می‌یابد و بخش هائی از مدار مزبور را دربر می‌گیرد .

قبلا" دیدیم که مغناطکره پدیده‌ای است کروی که پیرامون سیارات را احاطه کرده و بخش رو به خورشید آن تحت تاءثیر ذرات باد خورشیدی که با سرعت ۴۰۰ کیلومتر در ثانیه حرکت می‌کنند ، تغییر شکل داده و رو به سیاره عقب نشینی می‌کند و برعکس بخش پشت به خورشید آن به شکل دنباله درازی در فضا کشیده می‌گردد . در کیوان فاصله میان بخش عقب نشینی شده‌یا مغناط خم *Bowshock* مغناطکره‌تا سیاره‌حدود ۱،۸۰۰،۰۰۰ کیلومتر است ولی فاصله‌بخش‌فعال‌آن‌تا زحل به‌حدود ۵۰۰،۰۰۰ کیلومتر می‌رسد . البته این فاصله ثابت نیست و مقدار آن متناسب با ویژگی باد خورشیدی فرق می‌کند .

یکی‌از قمرهای زحل بنام‌تیتان *Titan* که در فاصله ۱،۲۲۱،۴۰۰ کیلومتری به دور مادر خویش گردش می‌کند تقریبا" در این محدوده واقع شده و به‌همین‌جهت گاه در داخل‌و زمانی در بیرون از مغناطکره سیاره‌قرار می‌گیرد . فضاناوهای ویجر در ماموریت‌های خویش پنج مرتبه مغناط خم را قطع نمود ، خوشبختانه در یکی‌از همین عبورها تیتان درون محیط مزبور قرارداشت و اندازه‌گیری اثرات باد خورشیدی را بر روی قمر مزبور امکان‌ـ پذیر ساخت . در یکی از کاوش‌ها معلوم گردید که پروتون‌های مغناطکره به



فضای اشغال شده به وسیله مغناطکره‌ء کیوان از فضای مغناطکره‌ء مشتری کوچکتر است . همانطوری که می‌دانیم محل برخورد بادهای خورشیدی و مغناطکره مزبور را مغناط خم کیوان می‌نامند . قمر تیتان گاه درون مغناطکره و زمانی در بیرون از آن جای دارد ولی قمر ری‌ا همواره در مغناطکره کیوان قرار گرفته است .

وسیله پاره‌ای قمرها که به سیاره بسیار نزدیکند و اقمار درونی نام دارند و همچنین حلقه E کیوان بشدت جذب می‌گردند . اندازه‌گیری‌های دیگرنشان داد که دنباله‌مغناطکره زحل تا حدود هشتاد برابر شعاع سیاره در فضا گسترده شده . هرچند این فاصله به درازی دنباله مشتری نمی‌رسد اما خود رقم قابل توجهی است و عظمت پدیده مزبور را مجسم می‌سازد .

اما مهمترین اثر متقابل را بایستی میان مغناطکره و حلقه‌های کیوان جستجو کرد . کاوش های فضائی نشان می‌دهد که انبوهی از الکترون درلبه خارجی حلقه A توده گردیده و خردیزه‌های حلقه مزبور آنها را به‌خود جذب می‌کنند .

شگفت آن است که فضای میان حلقه A وخود سیاره به دور از هرگونه اثرات تشعشعی بوده و در واقع یکی از آزادترین مناطق موجود در منظومه خورشیدی از نظر اثرات تشعشعی است .

فروزه‌های جوی

Aurora

فروزه‌های‌جوی Aurora یکی‌ازطبیعی‌ترین و زیباترین پدیده‌های جو زمین است . پدیده مزبور عبارت از ذرات بارداری هستندکه ازخورشید به سوی لایه‌های زبرین جو زمین سرازیر می‌شوند و روشنی‌هائی را که کلا" فروزه‌های‌جوی نام دارند پدیدمی‌آورند . فضاناوهای ویجر وجود فروزه‌های مشابهی را در عرض های ۷۸ تا ۸۰ درجه شمالی وجنوبی جو مشتری وکیوان نشان می‌دهند .

اندازه تابناکی فروزه‌های جوی را بـر حسب واحـدی بنـام ری لی Rayleigh اندازه می‌گیرند . هر ری‌لی برابر است با صد هزار رخشانه (فوتون) بر سانتی‌مترمربع در ثانیه. معمولا" فروزه‌هائی با تابناکی هزار ری‌لی مرئی بوده و پدیده‌ای همیشگی در شبهای آسمان نواحی قطبی بشمار می‌آید .

بررسی‌ها نشان داده که فروزه‌های جو مشتری نیرومندتر از فروزه‌های زمینی هستند و درخشش آنها به ۶۰ هزار ری‌لـی می‌رسد و همچنین درخشندگی فروزه‌های کیوان به ۲۰۰۰ تا ۵۰۰۰ ری‌لی بالغ می‌گردد .

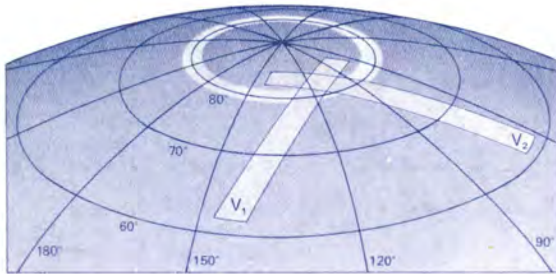
گسیلش امواج رادیوئی

Radio Waves From Saturn

با وجود این‌که کیوان از نظر توان‌گسیل امواج رادیوئی به‌پای‌برجیس نمی‌رسد اما خود گسیل دارنده نیرومندی بشمار می‌آید ، امواج رادیوئی گسیل شده از کیوان دارای طول موجی میان ۲۰ کیلوهرتز KHZ تا یک



فضاناو ویجر ۲ در فوریه ۱۹۸۱ در حوالی کیوان به‌دنباله مغناطکره مشتری برخورد نمود . برخورد دوم ویجر ۲ که در اوت همان‌سال روی داد ، وجود دنباله مغناطکره مشتری را در چنین مسافت بعیدی تأیید نمود .



با تلاش فراوانی که نسبت به یافتن موقعیت فرستنده امواج رادیوئی کیوان به عمل آمد معلوم گردید که امواج مزبور از دو نوار V_1 و V_2 که در شکل مشخص شده‌اند گسیل می‌گردد . امواج رادیوئی ازکیوان زمانی‌گسیل‌می‌شود که نوارهای مزبور رو به خورشید قرار گرفته و از لحاظ نصف‌النهار در حالت ظهر واقع شوند .

مگاهرتز MHZ است که بیشتردرطول‌موج ۱۰۰ تا ۵۰۰ کیلوهرتز خودنمائی کرده و یک دوره زمانی ۱۰ ساعت و ۳۹/۴ دقیقه را شامل می‌گردد . این مدت تحت عنوان سیستم III کیوان طبقه‌بندی گردیده و یک‌دور چرخش محوری دقیق آن را بیان می‌دارد .

جوکیوان

ATMOSPHERE

فاصله بسیار دور زحل از خورشید در مقایسه با فاصله مشتری از خورشید موجب می‌گردد تا سیاره مزبور نور کمتری از خورشید دریافت دارد و از وضوح و روشنی عوارض چهرهٔ آن بکاهد و شناخت چهرهٔ کیوان را از روی تصویرهای مخابره‌شده با دشواری همراه‌سازد . با وجود این تصویرهای دریافتی از ویجر ۲ بر آگاهی ما در زمینه شناخت پویائی و تحرک جو کیوان فزونی بخشیده و اطلاعات گرانبهائی درباره ابرهای زحل در اختیار ما گذارده است .

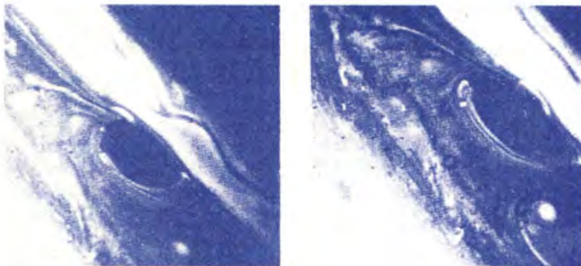
جو کیوان ظاهرا" همانندی نسبتا" زیادی با جو برجیس دارد ، با این تفاوت که سرعت باد در جو کیوان بسیار زیادتر از بادهای جو برجیس‌است و گاه تا ۴۰ برابر سرعت بادهای مشتری می‌رسد . کاوش های کیهانی گویای آن است که وجود باد تنها به ناحیه ابرهای فوقانی سیاره محدود نمی‌شود و غالبا" تا ژرفای ۲۰۰۰ کیلومتری جو سیاره‌ادامه‌می‌یابد . حلقه‌های عظیم زحل بر روی ابرهای سیاره مزبور سایه می‌افکند و از تابیدن نور و گرم شدن نواحی نیمگانی جلوگیری می‌کند و به وزش باد در سیاره مزبور می‌انجامد .

پژوهش های انجام شده بوسیله فضاناوهای اعزامی به محیط کیوان نشان می‌دهد که باد شدیدی در ۷ درجه عرض شمالی ابرهای‌فوقانی سیاره با سرعت ۱۸۰۰ کیلومتر در ساعت می‌وزد . در نیمکره شمالی کیوان لکه‌های چندی به رنگ سفید و قهوه‌ای و قرمز یافت می‌شود که جزو عوارض چشمگیر این سیاره بشمار می‌آیند . یکی از این لکه‌ها بنام لکه‌قهوه‌ای شماره ۱ دارای

ابعادی برابر ۵۰۰ در ۳۳۰۰ کیلومتر بوده و در ۴۲ درجه عرض شمالی جای گرفته است . دیگر از عوارض نسبتاً ثابت و چشمگیر زحل توده ابر مایل به قرمزی است به ابعاد ۱۰،۰۰۰ در ۶،۰۰۰ کیلومتر که در ۷۲ درجه عرض شمالی واقع شده . در نواحی قطب شمال دو توده ابر توفندی دیده می‌شود که هرکدام دارای ابعادی حدود ۲۵۰ کیلومتر بوده و شباهت فراوانی به ابرهای توفندی زمین دارند .

از دیگر عوارض مهم و چشمگیر جو کیوان لکه سرخ رنگ بزرگی است به ابعاد ۵،۰۰۰ در ۳،۰۰۰ کیلومتر که در ۵۵ درجه عرض جنوبی واقع شده . این لکه که نخستین بار در اوت ۱۹۸۰ دیده شده و تا سپتامبر ۱۹۸۱ بوسیله ویجرها پی‌گیری گردیده است از نظر ساختمان و فرآیند به لکه سرخ بزرگ برجیس ظاهراً شباهت داشته و وجود این‌گونه عوارض را در جو سیارات غول‌پیکری که از گاز تشکیل یافته‌اند یک پدیده طبیعی جلوه می‌دهد .

تصویری از لکه قهوه‌ای شماره ۱ طی دوبار چرخش متوالی . این لکه در عرض ۴۲/۵ درجه عرض شمالی واقع شده و قطر آن به ۵۰،۰۰۰ کیلومتر می‌رسد .





در عرض ۵۵ درجه جنوبی کیوان لکه بزرگی به رنگ سرخ وجود دارد که کمابیش به لکه سرخ بزرگ مشتری شباهت دارد . این عارضه که قطر آن به ۳۰،۰۰۰ کیلومتر می‌رسد با سرعتی معادل ۱۱۰ کیلومتر در ساعت به سوی خاور در حرکت است .

ترکیبات جو کیوان Composition of the Atmosphere

ئیدرژن	حدود ۹۴	درصد حجم
هلیوم	حدود ۶	درصد حجم
آمونیاک	حدود ۲×۱۰^{-۴}	درصد حجم
فسفین	حدود $۱۰^{-۶}$	درصد حجم
متان	حدود ۸×۱۰^{-۴}	درصد حجم
اتان	حدود ۵×۱۰^{-۶}	درصد حجم
استیلن	حدود ۲×۱۰^{-۸}	درصد حجم
متیل استیلن	حدود $۱۰^{-۱۰}$	درصد حجم
پروپان	حدود $۱۰^{-۱۰}$	درصد حجم
HD	حدود ۵×۱۰^{-۵}	درصد حجم
CH_3D	حدود ۲×۱۰^{-۵}	درصد حجم

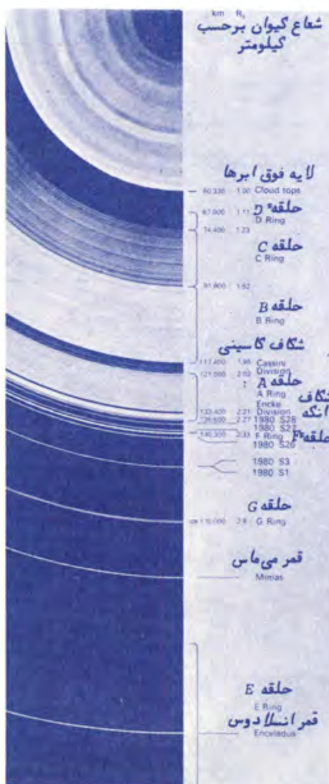
حلقه‌های کیوان

RINGS

مجموعه حلقه‌های کیوان از شماری حلقه که از نظر درخشندگی متفاوت هستند تشکیل یافته است . میزان بازتابی حلقه‌های زحل به اندازه‌ای است که سیاره مزبور را از دیدگاه زمینی درخشان‌تر از حد معمول جلوه‌گر می‌سازد . حلقه‌های زحل که در سطح استواء سیاره قرار گرفته‌اند کلاً از سه حلقه اصلی و چند حلقه فرعی ترکیب یافته‌اند . حلقه‌های A و B که درخشان ترین حلقه‌های زحل هستند بوسیله شکاف کاسینی Cassini Division که به افتخار جی.دی کاسینی کاشف آن نامگذاری شده ، از یکدیگر جدا گردیده‌اند . میان حلقه B و بدنه سیاره حلقه دیگری بنام C وجود دارد که به آن حلقه کریپ Crepe نیز می‌گویند . این حلقه نیمه‌شفاف است و عرض کلی آن حدود ۲۷۵،۰۰۰ کیلومتر می‌باشد .

علاوه بر حلقه‌های اصلی ، حلقه‌های کوچک دیگری نیز در پیرامون کیوان وجود دارد که بوسیله پایونیر ۱۱ و ویجرهای ۱ و ۲ کشف گردیده‌اند . این حلقه‌ها عبارتند از حلقه F که در فاصله ۳۶۰۰ کیلومتری حلقه A قرار دارد و حلقه G که بسیار نازک و رقیق است و حلقه E که تا مرز قمرهای عمده کیوان گسترش یافته است .

دانسته‌های ما در زمینه اجزاء و ساختمان حلقه‌های مزبور از قابلیت



حلقه D که نزدیکترین حلقه به کیوان است تا فاصله ۱۲،۷۰۰ کیلومتری لایه‌های فوقانی ابرهای زحل گسترش یافته . حلقه C مجموعه‌ای است از چند حلقه کوچک متحدالمرکز نسبتاً شفاف که تا فاصله ۱/۵۳ برابر شعاع کیوان در فضا گسترده شده . بعد از حلقه C حلقه B قرار دارد که تا فاصله ۱/۹۵ برابر شعاع زحل گسترش یافته و به وسیله شکاف کاسینی از حلقه A جدا گردیده است . حلقه A در حد فاصل ۲/۰۱ تا ۲/۲۶ برابر شعاع کیوان در فضا گسترده شده و شامل شکاف کوچکی به‌نام انکه Encke است . بعد از حلقه A حلقه دیگری به نام F در فاصله ۲/۳۳ برابر شعاع و سپس حلقه G در فاصله ۲/۸ برابر شعاع به دور کیوان در گردشند و سرانجام حلقه E قرار دارد که در فاصله ۳/۵ تا ۳/۹ برابر شعاع کیوان جای گرفته است .

بازتاب و یا میزان جذب نوربه‌وسیلهٔ آنها بدست آمده است. حلقه‌های A، B و C که از نظر بازتاب نورهای نزدیک به طول موج فرو سرخ ناتوانند، از یخ آب تشکیل یافته‌اند و اندازه خردیزه‌های این حلقه‌ها که به‌کمک مشاهدات راداری بدست آمده گوناگون است و از دانه‌های چندگرمی تا قطعات چند تنی یا چند متری تشکیل یافته است.

میزان بازتاب نسبتاً" بالای حلقه‌های A و B نشانگر آن است که اندازه ذرات این حلقه‌ها از چند سانتی‌متر تجاوز نمی‌کند. ذرات ریزتری که ابعادشان از میلی‌متر هم کمتر است، بیانگر غبارهای حامل اکسید آهن مایل به قرمز بوده و حتی شکاف میان حلقه‌ها یک فضای کاملا" تهی نیست و خردیزه‌های کوچکی در آن وجود دارد.

برای آشنائی بیشتر با حلقه‌های زحل به‌ترتیب آنها را از درونی‌ترین آنها یعنی D تا بیرونی‌ترینشان که حلقه E می‌باشد به شرح زیر مورد بررسی قرار خواهیم داد:

حلقه D

Ring D

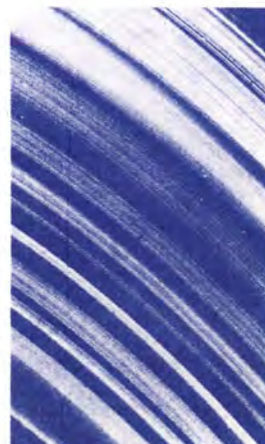
این حلقه که از زمین دیده نمی‌شود، بسیار نازک است و مرز کاملا" مشخصی ندارد. تصور می‌شود که از یکسو به سطح فوقانی ابرهای کیوان پیوند یافته و از سوی دیگر تا فاصله ۶۴۵۰ کیلومتری در فضا گسترش یافته باشد.

حلقه C

Ring C

یا حلقه‌کریپ‌بین‌حلقه D و لبه‌درونی حلقه B و در فاصله ۲۵،۰۰۰ کیلومتری سطح فوقانی ابرهای کیوان واقع است. ساختمان این حلقه بسیار پیچیده است و مجموعهٔ بزرگی از حلقه‌های کوچک متحدالمرکز را که از دیدگاه زمینی به‌هم چسبیده می‌نمایند، تشکیل می‌دهد. در این مجموعه که وجود حلقه‌های کوچک آن بوسیله ویجرهای ۱ و ۲ کشف گردیده است، لااقل دو شکاف نسبتاً" باریک که عرض خارجی‌ترین آنها به ۲۷۰ کیلومتر می‌رسد، دیده می‌شود. شکاف مزبور بکلی خالی نیست و یک حلقه باریک خارج از مرکز در آن جای دارد.

وجود حلقه‌های خارج از مرکز که شمار نسبتاً" زیادی از آنها در پیرامون کیوان یافت گردیده، شگفتی فراوانی را در کارشناسان پدید آورده و هنوز توجیه قابل‌پذیرشی برای چگونگی آنها ارائه نگردیده است. شاید خارج از مرکزی این حلقه‌ها را به قمرهای کوچکی که در حوالی آنها جای دارند و موجبات آشوب و ناپایداری آنها را فراهم آورده‌اند، باید وابسته دانست.



این تصویر از فاصله ۸۰۰ هزار کیلومتری حلقه B بوسیله ویجر ۲ تهیه شده، به طوری که دیده می‌شود، حلقه‌مزبور از هزاران حلقه کوچک متحدالمرکز تشکیل یافته است. ظریف‌ترین و نازک‌ترین حلقه‌ای که در این شکل دیده می‌شود حدود ۱۵ کیلومتر ضخامت دارد.

حلقه B

Ring B

این حلقه که درخشان‌ترین حلقه‌های زحل است، از دیدگاه زمینی نسبتاً" تیره و کدر می‌نماید. حلقه مزبور دارای ساختمان پیچیده‌ای است بطوری که ویجر ۱ صدها حلقه کوچک و شکاف در آن کشف نمود و ویجر ۲ شمار آنها را به هزاران افزایش داد. بخش درونی حلقه B شامل شماری شکاف‌های شفاف است و خود حلقه‌ها کدرترین قسمت آن را تشکیل می‌دهند. مشاهدات ویجرها قطر حلقه مزبور را که ضخیم‌ترین حلقهٔ زحل می‌باشد بین ۱۰۰ تا ۱۵۰ متر تعیین کرده و افزون بر آن وجود گونه‌ای ابر ئیدرژن خنثی را که حدود ۶۰،۰۰۰ کیلومتر در بالا و پائین و حتی فراتر از لبه خارجی حلقه A گسترده شده است، نشان می‌دهد.

تصور می‌شود که یخ‌آب ماده اصلی خردیزه‌های حلقه B بوده‌وچگالی ابر ئیدرژن نیز ۶۰۰ اتم در سانتیمتر مکعب باشد.

تصویرهای حلقه B بسیار تماشائی و زیباست. رنگ واقعی این‌پدیده که به یاری فیلترها و رایانه‌های ویژه حاصل می‌گردد، نشانگر ساختار آن بوده و چگونگی خردیزه‌ها را که قطرشان به چند سانتیمتر تا چند متر می‌رسد، بطور تقریب بیان می‌دارد. حلقه B پهنه‌ای را در حد فاصل ۲۵،۰۰۰ تا ۵۴،۰۰۰ کیلومتری سطح فوقانی ابرهای کیوان را فرا گرفته و فضائی را در حد فاصل لبه بیرونی حلقه C تا لبه درونی شکاف کاسینی به‌خود اختصاص داده است.

شکاف کاسینی

THE CASSINI DIVISION

شکاف کاسینی یکی از ثابت‌ترین عوارض موجود در حلقه‌های کیوان است. شکاف مزبور را در شرایط مساعد حتی با تلسکوپ‌های کوچک هم می‌توان‌دید. تا پیش از اعزام‌فضاناوهای‌پایونیر و ویجر و انجام کاوش‌های کیهانی پندار چنان بود که شکاف کاسینی فضائی است کاملا" خالی و عاری از هرگونه خردیزه. بر پایه همین پندار، نخست قصد بر آن بود تا پایونیر ۱۱ از میان شکاف مزبور که عرض آن به حدود ۴،۰۰۰ کیلومتر می‌رسد، عبور داده شود. اما وجود ذرات و خردیزه‌های مایل به قرمز این تصمیم را عوض کرد و از عبور پایونیر ۱۱ از میان شکاف مورد بحث خودداری شد. کاوش های نزدیک نشان داده است که فاصله شکاف کاسینی از سیاره ثابت نیست و تا ۱۴۰ کیلومتر در تغییر و جابجائی است. شکاف کاسینی ظاهرا" دارای شکلی همانند بیضی است و از قانون کپلر پیروی نمی‌کند.

حلقه A

Ring A

این حلقه به درخشندگی و روشنی حلقه مجاور نیست ولی لبه درونی

آن بسیار تیزومشخص است . حلقه A مانندحلقه B از شمار فراوانی حلقه‌ها و شکافهای کوچک تشکیل یافته که بزرگ‌ترین آنها شکاف انکه Encke نام دارد . ویجر ۲ حین سفر به کیوان در موقعیتی قرار گرفت که ستاره درخشان دلتا از صورت فلکی عقرب Delta Scorpil در پشت صفحه حلقه‌های کیوان واقع گردید . این موقعیت فرصت مناسبی بود تا میزان تیرگی یا شفافیت حلقه‌ها آزمایش شود ، بههمین جهت بررسی‌ها با دقت هرچه تمامتر پی‌گیری شد و معلوم گردید که هرگاه ستاره مزبور در پشت حلقه A واقع می‌شود ، پنهان می‌گردد و زمانی که به شکاف‌ها می‌رسد آشکار می‌شود . شکاف انکه همانند شکاف کاسینی شامل چندین حلقه باریک است که حداقل دوتای آنها خارج از مرکز می‌باشند ، افزون برآن دوحلقه مقطع و ناپیوسته نیز در آن وجود دارد . پهنای شکاف انکه حدود ۲۰۰ کیلومتر است و با تلسکوپ‌های نیرومند از زمین دیده می‌شود . این شکاف در فاصله ۳،۰۰۰ کیلومتری لبه بیرونی حلقه A که بسیار مشخص و تیز است قرار دارد . علت تیزی و مشخص بودن لبه مزبور را به گردش قمر S28 که در سال ۱۹۸۰ کشف گردیده است ، مربوط می‌دانند .

حلقه F
Ring F

حلقه‌های اصلی زحل در لبه بیرونی حلقه A که فاصله آن تا سطح فوقانی ابرهای کیوان حدود ۷۳،۰۰۰ کیلومتر و تا مرکز سیاره ۱۳۶،۰۰۰ کیلومتر است ، پایان می‌یابند . علاوه بر حلقه‌های اصلی سه حلقه دیگری که با حروف F و G و E مشخص می‌گردند ، درفاصله دورتری از حلقه A قرار گرفته‌اند . نخستین حلقه از این مجموعه حلقه F نام دارد که بهوسیله پایونیر ۱۱ در سال ۱۹۷۹ کشف گردید . درتصویرهای مخابره شده بهوسیله ویجر ۱ نیز این حلقه بخوبی دیده می‌شود . حلقه F حداقل از ۱۰ رشته مجزا تشکیل یافته و عرض آن به حدود ۳ کیلومتر می‌رسد .

علت وجودی این حلقه را به دو قمر کوچک S26 و S27 که در سال ۱۹۸۰ بهوسیله ویجر ۱ کشف گردیده‌اند می‌توان وابسته دانست . قمرهای مزبور که در دو لبه طرفین حلقه F گردش می‌کنند، قمرهای راهنما نام دارند که از یخ ساخته شده و بسیار کوچکند ، مع الوصف نیروی گرانشی آنها باتمام کوچکی برای ایجاد حلقه F که تمام قوانین دینامیک را به مبارزه طلبیده است ، کافی بوده و شرایط غیر عادی آن را موجب گردیده‌اند . هنوز از چگونگی و جزئیات دقیق این شرایط اطلاعی در دست نیست و احتمال این که حلقه F از صدها و حتی هزاران قمر بسیار کوچک ترکیب یافته باشد ، فراوان است . فضاناو ویجر ۲ به عزم کاوش هرچه بیشتر و شناسائی این اجرام مرموز تا حد ممکن به حلقه‌ها نزدیک شد ولی متاسفانه نتیجه‌ای عاید نگردید . حلقه F مدور نیست و بطور متوسط حدود ۱۴۰ هزار کیلومتر از مرکز کیوان فاصله دارد و این مقدار تا میزان ۴۰۰ کیلومتر کم و زیاد می‌گردد .

حلقه G
Ring G

این حلقه بعد از حلقه F قرار گرفته و فاصله آن از سطح فوقانی ابرهای کیوان ۱۰۷،۰۰۰ کیلومتر و تا مرکز سیاره ۱۷۰،۰۰۰ کیلومتر است . وجود این حلقه نخست بوسیله پایونیر ۱۱ احساس گردید و به یاری ویجر ۱ تائید شد . این حلقه به‌شدت رقیق‌تر از حلقه F است و بین‌مدار قمر می‌ماس Mimas و دو قمر کوچک S3 و S1 که در کاوش های سال ۱۹۸۰ کشف گردیده‌اند ، قرار دارد . میانگین مدت گردش خردیزه‌های این حلقه ۱۹/۹ ساعت است و فاصله میان آن تا حلقه F حدود ۳۰ هزار کیلومتر می‌باشد . ویجر ۲ از فاصله ۲۰،۰۰۰ کیلومتر آن گذشت و وجود خردیزه‌های بسیار ریزی را در آن تائید نمود .

حلقه E
Ring E

و بالاخره آخرین حلقه ازمجموعه حلقه‌های کیوان به حلقه E اختصاص یافته است . لبه درونی این حلقه در فاصله ۱۴۷،۰۰۰ کیلومتری سطح فوقانی ابرها و لبه بیرونی آن در فاصله ۲۳۷،۰۰۰ کیلومتری سطح فوقانی ابرها قرار گرفته و بخش های داخلی آن درخشان‌تر از بخش های خارجی آن به‌نظر می‌رسد و درخشان‌ترین بخش آن در فاصله ۲۳۰،۰۰۰ کیلومتری قرار دارد . از آنجائی که فاصله قمر انسلادوس ازکیوان ۲۴۰،۲۰۰ کیلومتر است ، لذا به‌خوبی معلوم می‌شود که قمر مزبور در تابناک‌ترین بخش حلقه E جای دارد .

در اینکه آیا بعد از حلقه E ، حلقه‌های دیگری نیز همچنان در پیرامون زحل وجود دارند یا نه؟ اطلاع دقیقی در دست نیست ولی کاوش‌های اخیر هم چیزی را نشان نداده است .

منشاء حلقه‌های زحل

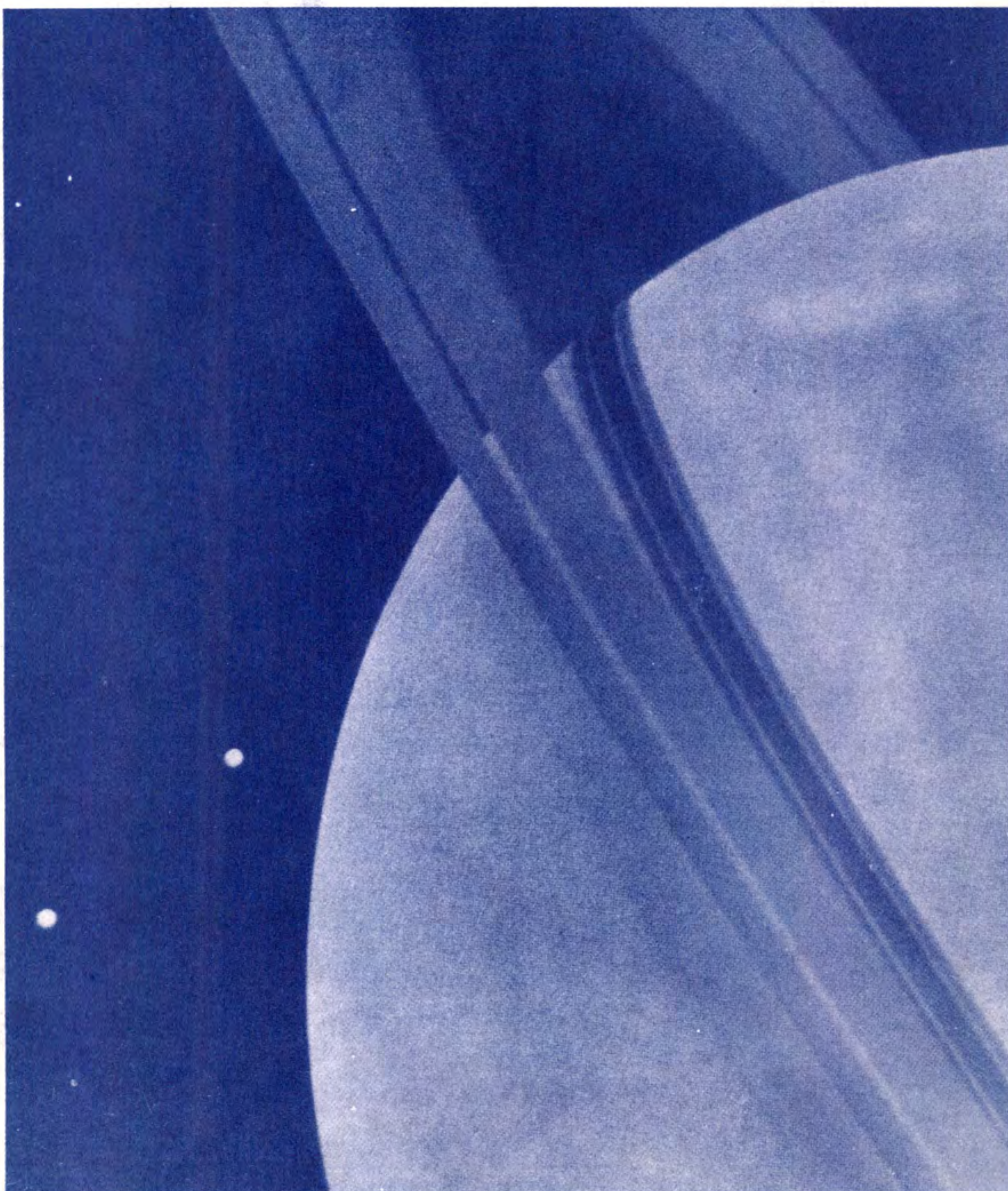
ORIGIN OF THE RINGS SYSTEM

زمانی تصور می‌شد که زحل تنها سیاره حلقه‌دار در منظومه خورشیدی است ، اما امروز وضع کاملا" دگرگون است . می‌دانیم که مشتری هم دارای حلقه است و اورانوس نیز جزو سیارات حلقه‌دار بشمار می‌آید و اینکه نپتون را هم باید جزو سیارات حلقه‌دار محسوب داشت یا نه؟ هنوز معلوم نیست* . مسلم آن است که ساختمان حلقه‌های این سیارات با یکدیگر تفاوت‌هائی دارند و اجزاء سازنده آنها مختلف‌اند . حلقه‌های کیوان از ذرات یخ درخشان تشکیل یافته ، درحالیکه حلقه‌های اورانوس از غبارهای زغالین پدید آمده .

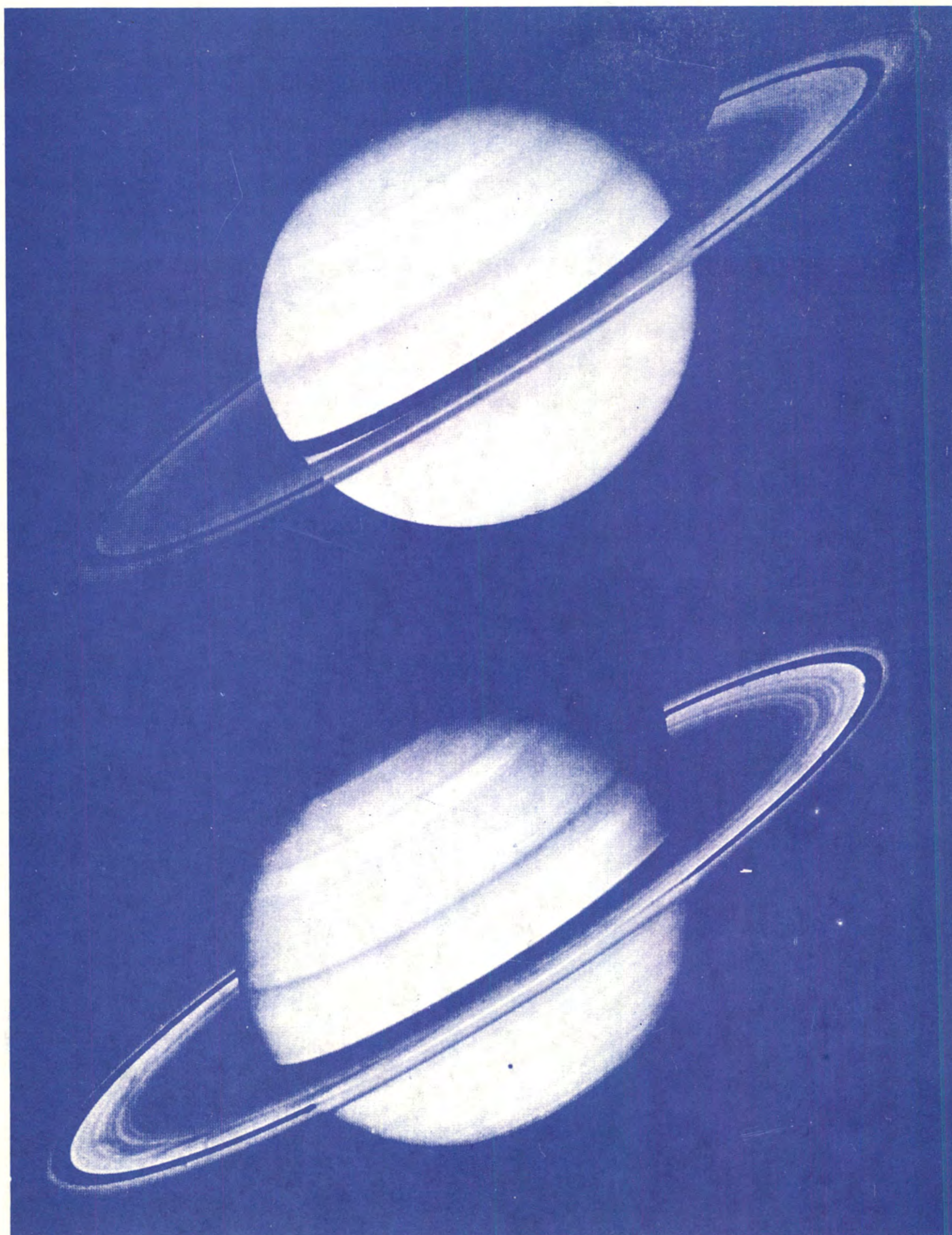
در توجیه علت و چگونگی پیدایش حلقه‌های اینگونه سیارات پندارهای گوناگونی موجود است . نخستین نظریه قابل قبول بوسیله ریاضی‌دان فرانسوی بنام ادوارد روش Eduard Roche در بیش از یک سده قبل ارائه گردیده و به افتخار نام وی لبه خارجی حلقه‌های اصلی کیوان را حد روش

*دیدار او ت ۱۹۸۹ ویجر ۲ با نپتون وجود حلقه‌هائی را پیرامون سیاره مزبور ثابت کرده است . م

نامیده اند، روش معتقد بود که در روزهای نخستین پیدایش منظومهٔ خورشیدی، جرم فضائی بزرگی وارد محیط زحل گردیده و تحت تاءثیر نیروی گرانشی کیوان متلاشی شده و خردیزه‌های آن همانند حلقه‌ای به گرد سیاره به گردش درآمده است. بنابر نظریه دیگر، قمر بزرگی که به دور کیوان در گردش بوده در پی برخورد با یک جرم ناشناخته چون شهاب سنگ متلاشی شده و خردیزه‌های آن حلقه‌هائی را در پیرامون کیوان پدید آورده است. امروزه به خوبی ثابت شده که خردیزه‌های حلقه‌های کیوان هیچ شباهتی به ذرات متلاشی شده یک قمر ندارند و بایستی آنها را با شکل‌گیری و پیدایش منظومه خورشیدی همزمان دانست و خردیزه‌های آن را با ابرهای خورشیدی همجنس بشمار آورد. شاید حلقه نامرئی مشتری یک پدیدهٔ موقت تلقی گردد و حلقه‌های اورانوس نیز از نظر طبیعت تا اندازه‌ای با حلقه‌های مشتری شبیه و همانند باشند، ولی دانش امروز مسلم ساخته که کیوان یک سیاره استثنائی است و در اینکه حلقه‌های آن از زمان آفرینش و پیدایش سیاره وجود می‌داشته، هیچ تردیدی نیست.

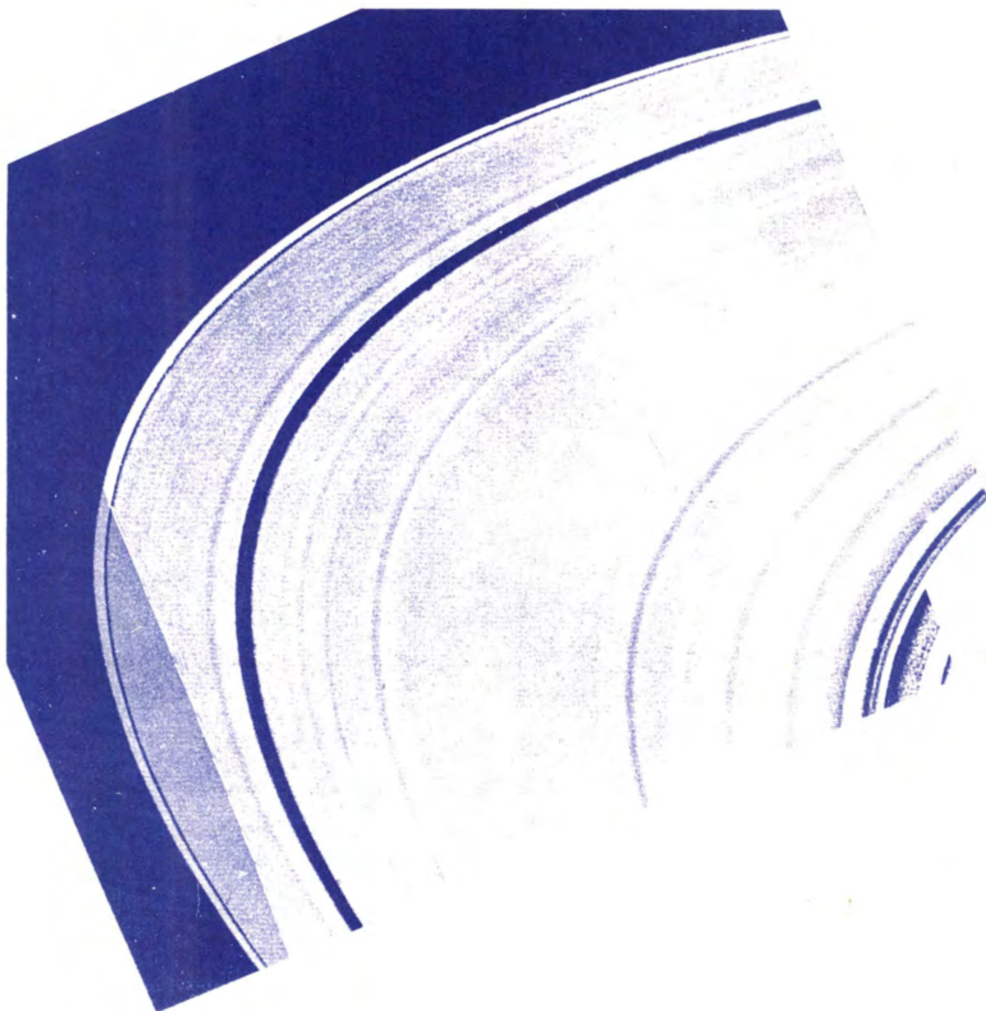


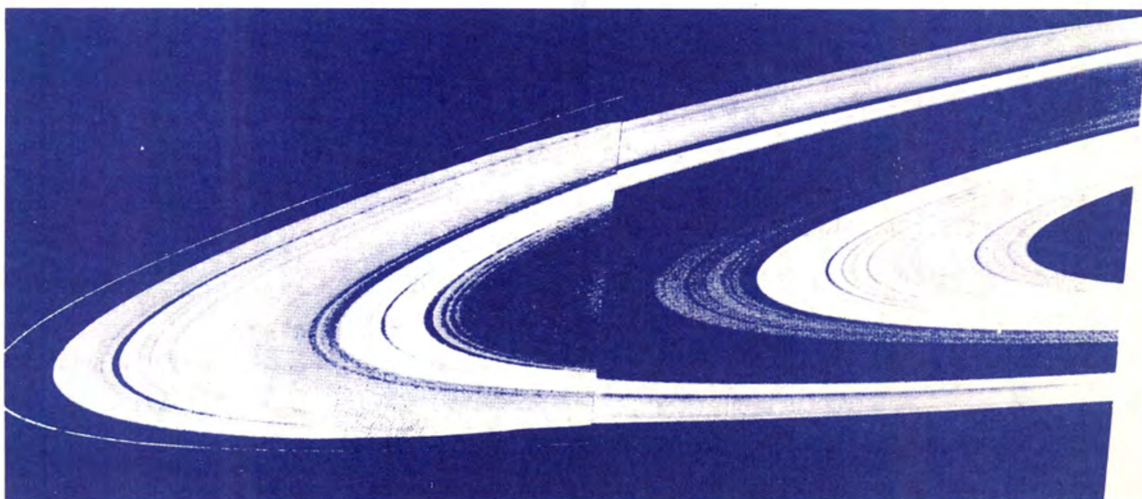
این عکس به وسیله ویجر ۱ در سوم نوامبر ۱۹۸۰ از فاصله ۱۳ میلیون کیلومتری کیوان برداشته شده. قمرهای تتیس و دیون همراه با بخشی از حلقه‌های زحل در این عکس مشاهده می‌شود.



تصاویری از کیوان از فاصله بیش از ۵ میلیون کیلومتری. عکس بالا به وسیله ویجر ۱ در ۳۰ اکتبر ۱۹۸۰ و عکس پائین توسط ویجر ۲ در تاریخ ۴ اوت ۱۹۸۱ برداشته شده.

تصویرهائی از حلقه‌های کیوان. عکس بالا به وسیله ویجر ۲ در تاریخ ۲۳ اوت ۱۹۸۱ از فاصله ۲/۸ میلیون کیلومتری گرفته شده و عکس پائین توسط ویجر ۱ در تاریخ ۱۲ نوامبر ۱۹۸۰ و از فاصله‌ای حدود ۷۰۰ هزار کیلومتری از حلقه‌های مزبور تهیه گردیده است.





قمرهای کیوان

SATELLITES

هریک از سیارات غول‌پیکر منظومه خورشیدی مانند مشتری، کیوان و اورانوس دارای مجموعه قمرهائی هستند که روی مدارهائی تقریبا" دایره‌ای شکل به گرد سیاره مادر در گردشند. مشتری دارای چهار قمر بزرگ وشماری قمرهای کوچک است که پاره‌ای از قمرهای کوچک خارجی آن را می‌توان جزو شهاب‌سنگ‌ها و یا سیارکان به دام افتاده بشمار آورد. اورانوس ۵ قمر شناخته شده دارد که قطر آنها بین ۵۵۰ تا ۱،۸۰۰ کیلومتر است، ولی گروه اقمار کیوان مجموعه‌ای است از یک قمر بزرگ بنام تیتان *Titan* (که خود یکی‌از بزرگ‌ترین اقمار منظومه‌خورشیدی است) و شماری قمرهای کوچک و کوچک‌تر که تا این تاریخ تعداد آنها به ۲۱ و شاید هم به ۲۳ عدد بالغ گردد و بدینسان بزرگ‌ترین مجموعه اقمار منظومه خورشیدی به آن اختصاص یافته است.

قمرهای کیوان از نظر شکل و طبیعت تفاوت‌های فراوانی دارند و جز آنکه کلیه آنها از یخ تشکیل یافته‌اند، وجه تشابه دیگری بین آنها موجود نیست.

دیون *Dione* از تتیس *Tethys* کمی‌بزرگ‌تر است‌ولی چگالی‌آن به‌مراتب بیشتر از قمر اخیر است. می‌ماس *Mimas* دارای گود عظیمی است‌که‌قطرآن‌به‌حدود $\frac{1}{3}$ قطرقمربالغ می‌گردد. انسلادوس *Enceladus* از سطحی نسبتا" صاف و هموار برخوردار است. هیپریون *Hyperion* شکل نامنظمی دارد. نیمی از یاپتوس *Iapetus* روشن و نیم دیگر آن تیره و کدر است و فی‌بی *Phoebe* با گردش پس رونده خویش سیارک به دام افتاده‌ای را به یاد می‌آورد.

تیتان بزرگ‌ترین قمر زحل در ۲۵ مارس ۱۶۵۵ بوسیله کریستین هویگنس *Christiaan Huygens* ستاره شناس هلندی کشف گردید و یک دور گردش کامل آن برابر ۱۶ روز محاسبه شد.

قمر بعدی بوسیله جی.دی. کاسینی *G.D.Cassini* کشف‌گردید، کاسینی در سال ۱۶۷۱ به‌کمک تلسکوپی که به وسیله کارخانه معروف‌کامپانی *Campani* ساخته شده بود قمر یاپتوس را که در فاصله دورتری از کیوان قرار داشت پیدا کرد و مدت گردش آن را کمی کمتر از ۸۰روز محاسبه‌نمود. کاسینی همچنین دریافت که از یک‌سو میل مدار گردش قمر مزبور نسبت به سطح استواء کیوان حدود ۱۴/۷ درجه است و از سوی دیگر متوجه شد که تابناکی‌آن دستخوش تغییر بوده و کم‌وزیاد می‌شود. بعدها نظرات کاسینی با اعزام فضاناوهای‌ویجر تائیدشد و معلوم‌گردید که بخشی از سطح یاپتوس از قابلیت کافی برای بازتاب نور برخوردار نیست و علاوه برآن همواره یک نیمکره ثابت آن رو به سیاره مادر قرار می‌گیرد.

کاسینی در سال ۱۶۷۲ قمر دیگری را کشف کرد و در پی آن درمارس سال ۱۶۸۴ به‌کمک تلسکوپی که طول لوله آن به چهل متر می‌رسید، دو قمر کوچک دیگر را بنام‌های دیون و تتیس کشف نمود و بدینسان تا پایان سده هفدهم میلادی کلا" ۵ قمر از مجموعه قمرهای زحل شناسائی گردید.

ویلیام‌هرشل *William Herschel* در۱۹اوت۱۷۸۷ انسلادوس را کشف کرد و دو سال بعد یعنی در اوت ۱۷۸۹ قمر هفتم کیوان یعنی می‌ماس را یافت. درسال ۱۸۴۸ جی.پی.بوند *G.P. Bond* ازرصدخانه هاروارد آمریکا و ویلیام لاسل *William Lassell* از انگلستان تقریبا" بطور همزمان به‌وجود قمر کوچکی که بعدها هیپریون نام گرفت، پی بردند و مدت گردش آن را معادل ۲۱ روز محاسبه نمودند.

درسال۱۸۹۸دبلیو.اچ. پیکرینگ *W.H. Pickering* آمریکائی به‌کمک فن عکسبرداری قمر جدیدی را بنام فی‌بی با شک و تردید کشف کرد و در سال ۱۹۰۴ ای. ای. بارنارد *E.E. Barnard* از رصدخانه یرکس *Yerkes* کشف وی را تأئید نمود. بارنارد علاوه بر آن دریافت که قمر فی‌بی دارای‌گردش پس رونده یا قهقرائی‌است و از تمام قمرهای‌عمده کیوان کوچک‌تر است. اندکی بعد پیکرینگ به وجود قمر دیگری که به تصور وی در فاصله ۱،۴۶۰،۰۰۰ کیلومتری و میان تیتان و هیپریون به دور زحل در گردش بود، پی‌برد وآن را تمیس *Themis* نام‌نهاد و پیش‌ازآنکه‌صحت موجودیت آن تأئید گردد در زیجنامه *Almanac* ها وارد گردید، ولی این قمر هیچگاه تأئید نشد و کاوش‌های کیهانی ویجرها وجود آن را به‌کلی مردود ساخت.

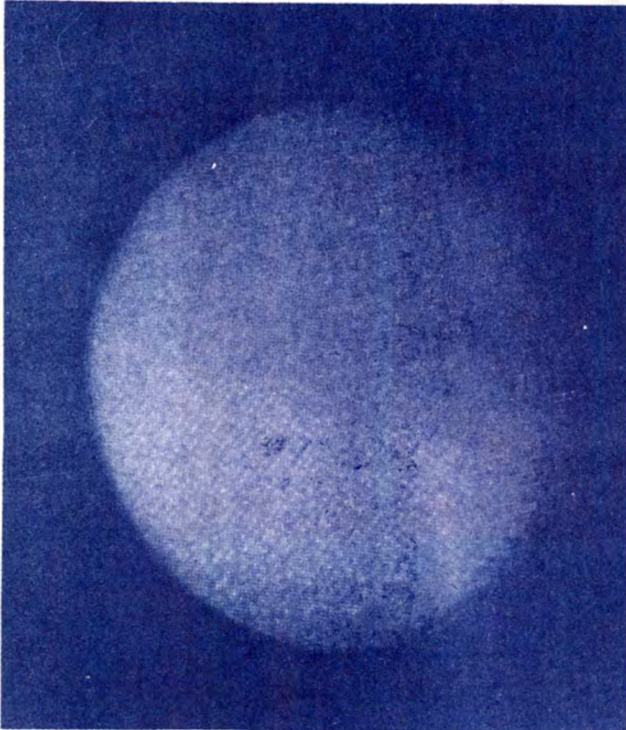
در سال ۱۹۶۶ هنگامی‌که قمرهای کیوان در شرایط دیداری مطلوب قرار داشتند. آ.دلفوس *A.Dolfus* از رصدخانه پیک دومیدی *Pic du Midi* واقع در کوههای پیرنه، تلاش خویش را برای یافتن قمر دیگری از اقمار کیوان متمرکز نمود و به گمان خود قمر کوچکی را در فاصله ۱۶۹،۰۰۰ کیلومتری زحل کشف نمود وآن را یانوس *Janus* نام نهاد ولی پژوهش‌های سال ۱۹۸۰ که بوسیله فضاناوهای ویجر بعمل آمد، وجود یانوس را مردود ساخت و درمقابل نشان‌داد که چندقمر خیلی کوچک درون مدار می‌ماس به دور کیوان گردش می‌کنند و افزون برآن اجرام‌کوچک دیگری نیز در همان محل به دور کیوان در گردشند، پژوهش‌های مزبور نشان داد که قمر دیون دارای دو قمرک هم‌مدار است که یکی ۶۰ درجه در جلوودیگری ۶۰ درجه در عقب دیون حرکت می‌کنند و تتیس نیز از دو قمرک هم‌مدار برخوردار است و می‌ماس و انسلادوس هم نیز احتمالا" دارای قمرک‌های هم‌مدار هستند. با وجود اینکه تا این تاریخ کیوان عیالوارترین عضو خانواده خورشیدی است اما احتمال می‌رود که قمرک‌های دیگری که تاکنون ناشناخته‌مانده‌اند، به دور زحل در گردش باشند. مسلما" کاوش‌های‌آینده رد و یا موجودیت قمرک‌های مزبور را نشان خواهد داد.

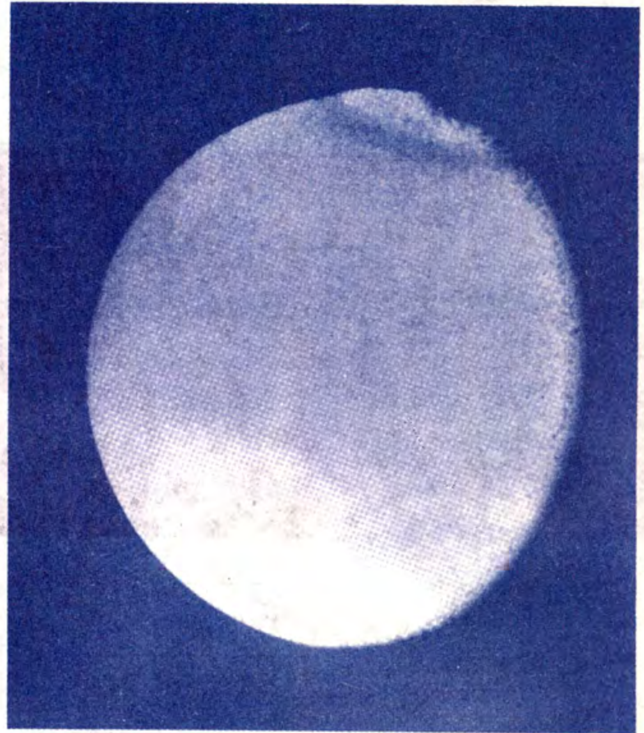
قمرهای عمده کیوان

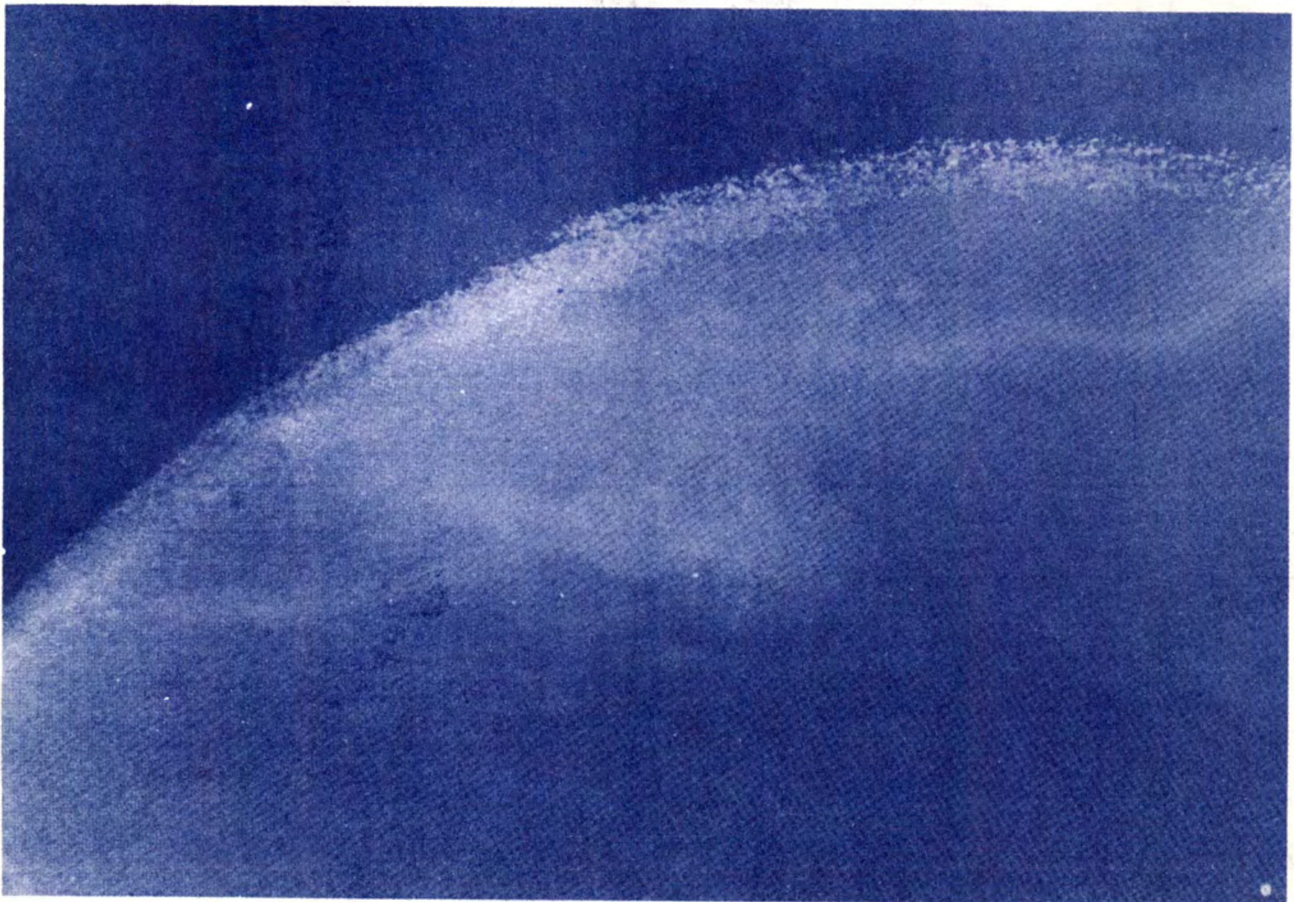
Saturnian Large Satellites

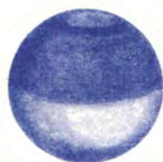
کلا" نه‌قمربزرگ‌یاعمده‌درحدفاصل۱۸۵،۶۰۰کیلومتری‌تا۱۲،۹۵۰،۰۰۰ کیلومتری زحل در گردشند که به ترتیب به بررسی آنها خواهیم پرداخت.

تصویرهائی از قمر تیتان. گوشه بالا سمت چپ به وسیله ویجر ۱ در ۹ نوامبر ۱۹۸۰ و از فاصله حدود ۲۳ میلیون‌کیلومتری گرفته شده. ویجر ۲ نیز قمر مزبور را در تاریخ ۲۵ اوت ۱۹۸۱ از همان فاصله عکسبرداری کرده است. در عکس پائین که به وسیله ویجر ۱ در تاریخ ۱۲ نوامبر ۱۹۸۰ تهیه گردیده، جو قمر تیتان خودنمائی می‌کند.











قمرهای کیوان

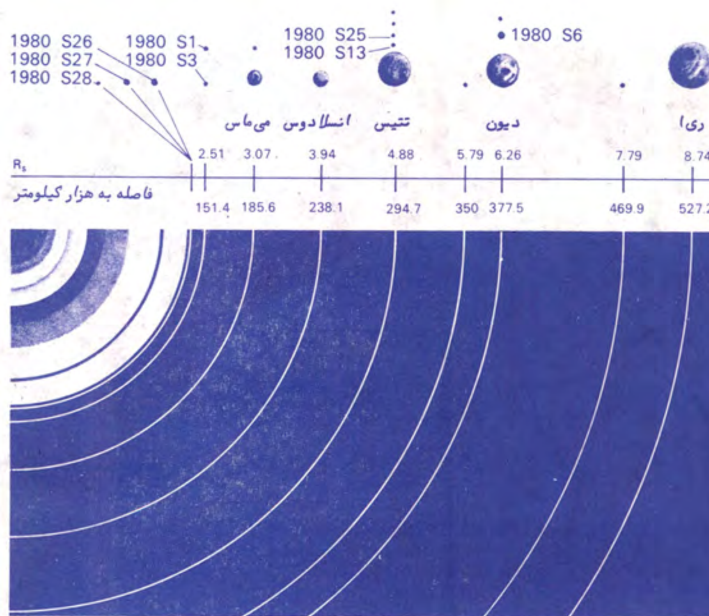
شماره	قمر	کاشف	سال کشف	میانگین فاصله از کیوان km	قطر km	قدر	میل مدار برحسب درجه	خارج از مرکزی مدار	مدت گردش نجومی برحسب روز	مدت گردش اقترانی d hr min sec
	1980 S28	From		137,670	40 × 20	?	≈0	?	0.609166	?
	1980 S27	Voyager	1980	139,353	220	?	≈0	?	0.613000	?
	1980 S26	photographs		141,700	200	?	≈0	?	0.628541	?
	1980 S3	Fountain & Larson	1978	151,422	90 × 40	?	≈0	?	0.694333	?
	1980 S1	Fountain & Larson	1978	151,472	100 × 90	?	≈0	?	0.694667	?
	هم‌مدار می‌ماس	Synnott & Terrile	1982	≈185,600	10	?	≈1.5	≈0.2	≈0.94	?
I	می‌ماس	Herschel	1789	185,600	390	12.1	1.5	0.0202	0.942422	22 37 12.4
II	انسلادوس	Herschel	1789	238,100	500	11.9	0.0	0.0045	1.370218	1 8 53 21.9
III	تتیس	Cassini	1684	294,700	1,050	10.4	1.1	0.000	1.887803	1 21 18 54.8
	1980 S25	Group led by Smith	1980	294,700	35	?	?	?	≈1.9	?
	1980 S13		1980	294,700	35	?	?	?	≈1.9	?
	هم‌مدار تتیس	Synnott	1982	≈294,700	≈15	?	≈0.0	≈0.002	≈1.9	?
	—	Synnott & Terrile	1982	?	?	?	?	?	?	?
	—	Synnott	1982	350,000	≈15	?	?	?	2.44	?
IV	دیون	Cassini	1684	377,500	1,120	10.4	0.0	0.0022	2.736916	2 17 42 9.7
	1980 S6	Lacques & Lecacheux	1980	378,060	160	?	?	?	≈2.7	?
	هم‌مدار دیون	Synnott	1982	≈378,000	≈15	?	≈0.3	≈0.001	?	?
	—	Synnott & Terrile	1982	469,900	?	?	?	?	?	?
V	ری‌ا	Cassini	1672	527,200	1,530	9.8	0.3	0.0010	4.517503	4 12 27 56.2
VI	تیتان	Huygens	1655	1,221,600	5,150	8.3	0.3	0.0292	15.945448	15 23 15 31.5
VII	هیپریون	Bond	1848	1,483,000	400 × 250 × 240	14.2	0.6	0.1042	21.277657	21 7 39 5.7
VIII	یاپتوس	Cassini	1671	3,560,000	1,440	10–12	14.7	0.0283	79.33085	79 22 4 59
IX	فی‌بی	Pickering	1898	12,950,000	160	16	150	0.1633	550.337	523 13 — —

شناسنامهٔ قمرهای عمدهٔ کیوان

قمر	میانگین شعاع مداری km	جرم kg	چگالی $g\,cm^{-3}$	نسبت بازتاب
می‌ماس	185,600	3.76×19^{19}	1.44 ± 0.18	0.7
انسلادوس	238,100	(7.40×10^{19})	1.16 ± 0.55	1.0
تتیس	294,700	6.26×10^{20}	1.21 ± 0.16	0.8
دیون	377,500	1.05×10^{21}	1.43 ± 0.06	0.5
ری‌ا	527,200	(2.28×10^{21})	1.33 ± 0.09	0.6
تیتان	1,221,600	1.36×10^{23}	1.88 ± 0.01	0.2
هیپریون	1,483,000	(1.10×10^{20})	?	0.3
یاپتوس	3,560,100	(1.93×10^{21})	1.16 ± 0.09	0.5, 0.05

نام جدید قمرهای کیوان

نام قدیم	نام جدید: لاتین	نام جدید: فارسی
S 28	Atlas	اطلس
S 27	Prometheus	پرومتئوس
S 26	Pandora	پاندورا
S 3	Janus	یانوس
S 1	Epimetheus	اپیمتئوس
S 25	Telesto	تلستو
S 13	Calypso	کالیپسو
S 6	Helene	هلن



بیشتر قمرهای کیوان مانند می‌ماس، انسلادوس، تتیس، دیون، ری‌ا، هیپریون، یاپتوس و فی‌بی از ماه زمین کوچکترند و در مقابل از بیشتر سیارکان و حتی از پاره‌ای قمرهای سیارات به ویژه اقمار بهرام بزرگترند. موقعیت و اندازه نسبی این قمرها در مقایسه با سیاره مادر در این شکل نشان داده شده است.

می‌ماس

MIMAS

نخستین قمر از مجموعه قمرهای عمده کیوان می‌ماس نام دارد که به زحل نزدیک‌تر از دیگران است. این قمر که از درون تلسکوپ بسیار ضعیف و کم‌نور می‌نماید، دارای قطری حدود ۳۹۰ کیلومتر است. کلیه آگاهی‌های ما از سطح این قمر علاوه‌بر مشاهدات تلسکوپی، به‌وسیله ویجر ۱ که از فاصله ۸۸،۴۰۰ کیلومتری آن عبور کرد و همچنین ویجر ۲ که تا ۳۰۰،۰۰۰ کیلومتری به آن نزدیک گردید، بدست آمده است. می‌ماس همانند دیگر اقمار به دام افتاده یک قمر همزمان است و همواره یک نیمکره ثابت آن رو به کیوان قرار دارد و مدت گردش آن برابر ۲۲ ساعت و ۳۴ دقیقه است.

بزرگ‌ترین و چشمگیرترین عارضهٔ سطح این قمر گود پهناوری است بنام هرشل که ۱۳۰ کیلومتر قطر دارد. ارتفاع دیواره‌های این گود نسبت به کف آن حدود ۵ کیلومتر است و پاره‌ای از نقاط آن نسبت به‌سطح متوسط قمر حدود ۱۰ کیلومتر ژرفا دارد و یک قله که دقیقا" روی خط نیمگان قمر جای‌گرفته به ابعاد ۲۰×۳۰ کیلومتر در مرکز آن واقع است و ارتفاع آن نسبت به کف گود به ۶ کیلومتر بالغ می‌گردد. دیگر گودهای این قمر که تقریبا" بطور یکسان در سطح آن پراکنده‌اند در مقایسه با گود هرشل کوچک‌ترند و اندازه آنها حداکثر از ۵۰ کیلومتر تجاوز نمی‌کند. ژرفای نسبتا" زیاد گودهای مزبور را با کمبود نیروی ثقل می‌ماس در ارتباط می‌دانند.

علاوه بر گودهای می‌ماس، عوارض دیگری نیز به‌شکل دره در سطح این قمر دیده می‌شود که طول آنها بطور متوسط حدود ۹۰ کیلومتر و عرض آنها ۱۰ کیلومتر و ژرفای آنها ۱ تا ۲ کیلومتر است.

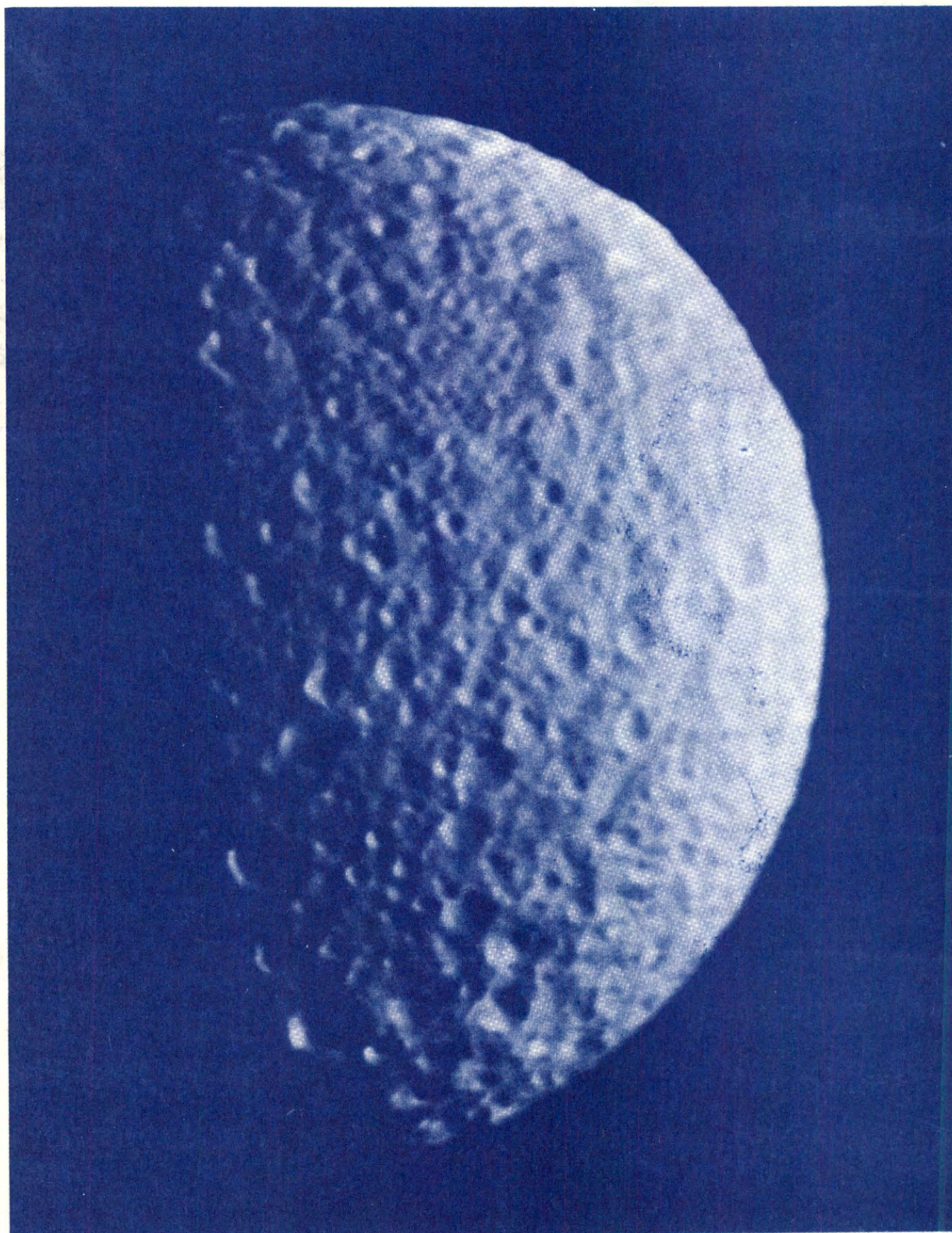
چگالی می‌ماس ۱/۲ برابر آب، و سطح آن را سراسر یخ‌آب فرا گرفته است.

انسلادوس

ENCELADUS

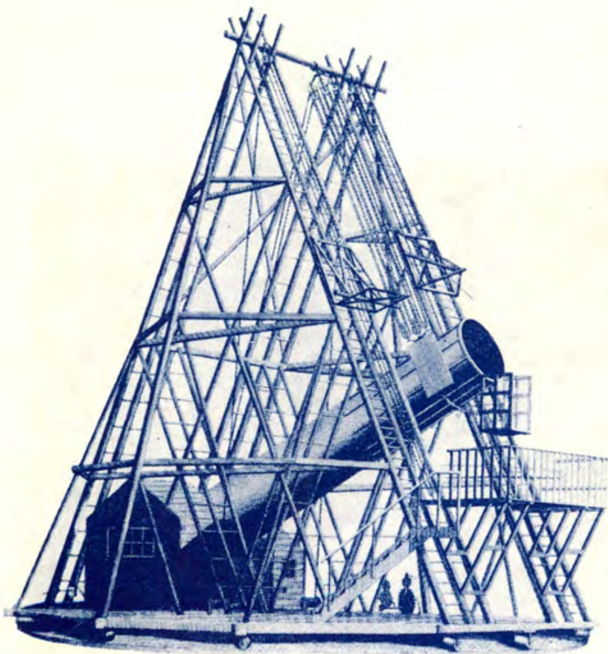
انسلادوس دومین قمر از مجموعه قمرهای عمده زحل است. قطر این قمر فقط ۵۰۰ کیلومتر و چگالی آن کمی بیشتر از آب است. تصاویر ارسالی

نواحی قطب جنوب قمر میماس که توسط بمبارانهای شهابی آبله‌گون شده. این عکس توسط ویجر ۱ در دوازده نوامبر ۱۹۸۰ برداشته شده.

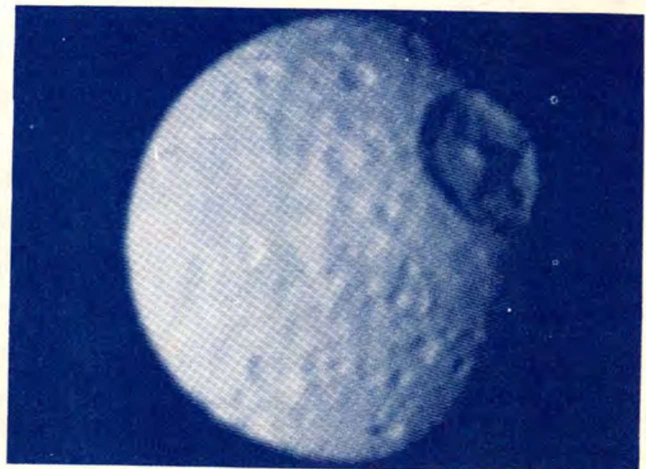


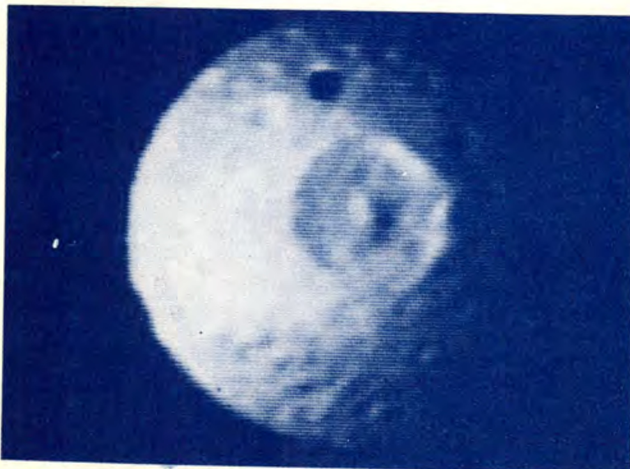


کریستین هویگنس (۱۶۲۹ – ۱۶۹۵) در سال ۱۶۵۵ قمر تیتان را کشف‌کرد . هویگنس معتقد بود که قمرهای دیگر زحل قاعدتا" بایستی از تیتان کوچک‌تر و کم‌نورتر باشند .



ویلیام هرشل به کمک این تلسکوپ دوازده متری که یکی از عظیم‌ترین تلسکوپ‌های زمان خود بود ، انسلادوس و می‌ماس را کشف کرد .





گود عظیمی که در سطح قمر می‌ماس دیده می‌شود هرشل نام دارد ، قطر این گود حدود $\frac{۱}{۳}$ قطر قمر است .
تصویر A از فاصله ۶۶۰،۰۰۰ کیلومتری می‌ماس به وسیله ویجر ۱ برداشته‌شده و تصویر B از فاصله ۴۲۵،۰۰۰ کیلومتری به وسیله همان ویجر عکسبرداری شده است .
ارتفاع دیواره‌های گود هرشل نسبت به کف آن حدود ۵ کیلومتر است و قله‌ای به بلندی ۶ کیلومتر در میان آن جای‌دارد . این قله دقیقا" روی خط نیمگان می‌ماس قرار گرفته است .

از ویجر ۱ که از فاصله حدود ۲۰۰ هزار کیلومتری قمرمزبور تهیه شده نشان می‌دهد که سطح انسلادوس نسبت به‌سطح دیگرقمرهائی که از یخ‌آب پوشیده شده‌اند دگرگون است . ویجر ۲ از فاصله ۸۷،۱۴۰ کیلومتری قمرمزبور عبور کرد و به روشنی نشان داد که انسلادوس قمری است روشن و با نسبت بازتابی که از صد درصد چندان دور نیست بهترین منعکس‌کننده درخانواده خورشیدی بشمار می‌آید . بخشی از سطح انسلادوس به‌وسیله خردیزه‌هائی که در مدار پیرامون زحل در گردشند به شدت بمباران شده و دربخشی‌دیگر عوارضی شبیه دره یا رشته ارتفاعات به‌چشم می‌خورد که ژرفا یا بلندی پاره‌ای از آنها به حدود یک کیلومتر می‌رسد . علاوه بر عوارض بالا دشت پهناوری نیز در انسلادوس وجود دارد که نشانه‌ای از گودهای شهابی در آن دیده نمی‌شود .

انسلادوس برخلاف قمرهای یخ بسته ، کره‌ای است احتمالا" فعال . بدیهی است فعال بودن قمری به این کوچکی خود عجیب و شگفت‌انگیز خواهد بود .

مدار انسلادوس در فاصله‌ای به میانگین ۲۳۸،۹۰۰ کیلومتری کیوان جای‌دارد و یک دور گردش آن، ۱ روز و ۸ ساعت و ۳۳ دقیقه به درازا می‌کشد.

بخشی از سطح قمر انسلادوس که در ۲۵ اوت ۱۹۸۱ توسط ویجر ۲ از فاصله ۱۱۹ هزار کیلومتری عکسبرداری شده. شباهت این قمر با قمر گانیمد مشتری قابل توجه است.



تتیس

TETHYS

تتیس با قطری معادل ۱۰۵۰ کیلومتر و چگالی چیزی برابر آب، سراسر از یخ خالص تشکیل یافته و نسبت بازتاب آن به ۰/۸ می‌رسد، به‌همین جهت غیر از انسلادوس از دیگر قمرهای کیوان روشن‌تر است. ویجر ۲ از ۹۳،۰۰۰ کیلومتری تتیس عبور کرد و سراسر آن را نقشه‌برداری نمود. این قمر از کیوان ۲۹۴،۷۰۰ کیلومتر فاصله دارد و یک دور گردش آن ۱ روز و ۲۱ ساعت و ۳۶ دقیقه به درازا می‌کشد.

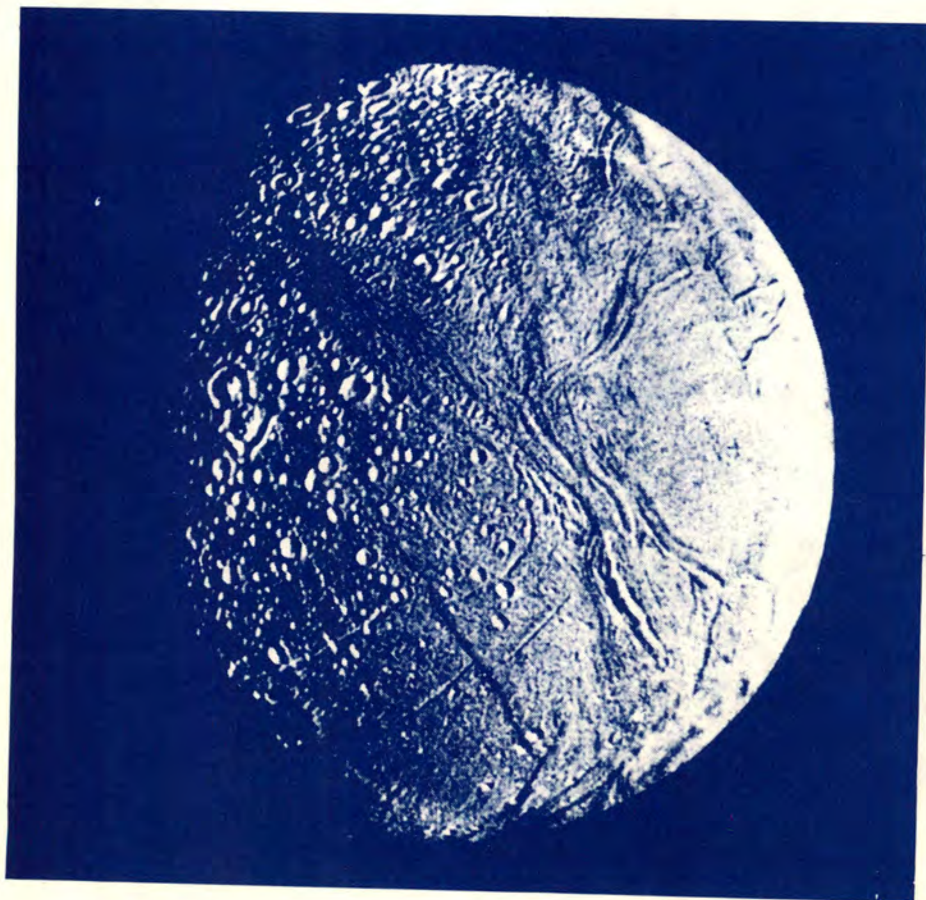
فضاناوهای‌ویجر دو قمرک هم‌مدار را که یکی ۶۰ درجه جلوتر و دیگری ۶۰ درجه عقب‌تر از تتیس قرار گرفته‌اند روی مدار این قمر آشکار ساخت و در سطح آن دو عارضه مهم را مشخص نمود. نخستین عارضه شیار عظیمی است که از نواحی قطب شمال آغاز شده و پس از گذشتن از نواحی نیمگانی تا حدود قطب جنوب ادامه می‌یابد. عرض متوسط این شیار ۱۰۰ کیلومتر و ژرفای آن به ۴ تا ۵ کیلومتر می‌رسد. در مورد چگونگی پیدایش این‌شیار تصور چنان است که تتیس در آغاز آبکره‌ای بوده که پوسته‌ای نازک سراسر آن را می‌پوشانیده، با انجماد آب زیر پوسته، برحجم کره افزوده گردیده و به پیدایش چنین شیاری انجامیده است. البته در برابر این پرسش که چرا ازدیاد حجم فقط به پیدایش یک شیار انجامیده است؟ هنوز پاسخی ارائه نگردیده. عوارض نوع دوم، گودهائی هستند که قطر بزرگ‌ترین‌آنها به حدود ۴۰۰ کیلومتر می‌رسد و از بمباران شهابی شدید روزگاران گذشته حکایت می‌کنند.

کارشناسان بر این گمانند که شدت بمباران‌های مزبور به‌حدی بوده که قمر مزبور نخست به دو پاره تقسیم گردیده و با پیوستن مجدد آنها به یکدیگر، قمر کنونی پدید آمده است. این گمان بحث فراوانی را به‌دنبال خود مطرح ساخته است.

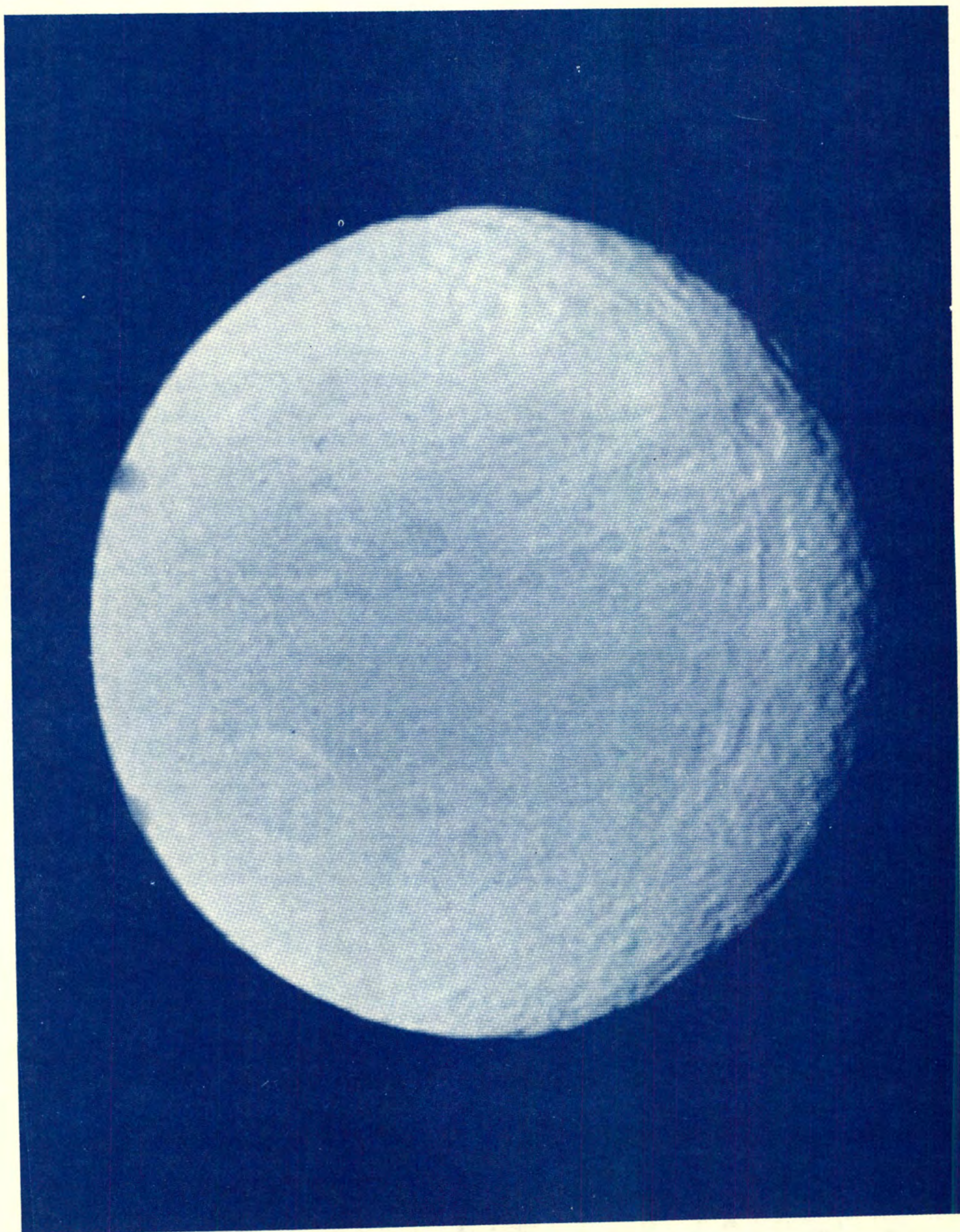
دیون

DIONE

دیون از بسیاری جهات قمری است استثنائی. قطر آن ۱۱۲۰کیلومتر

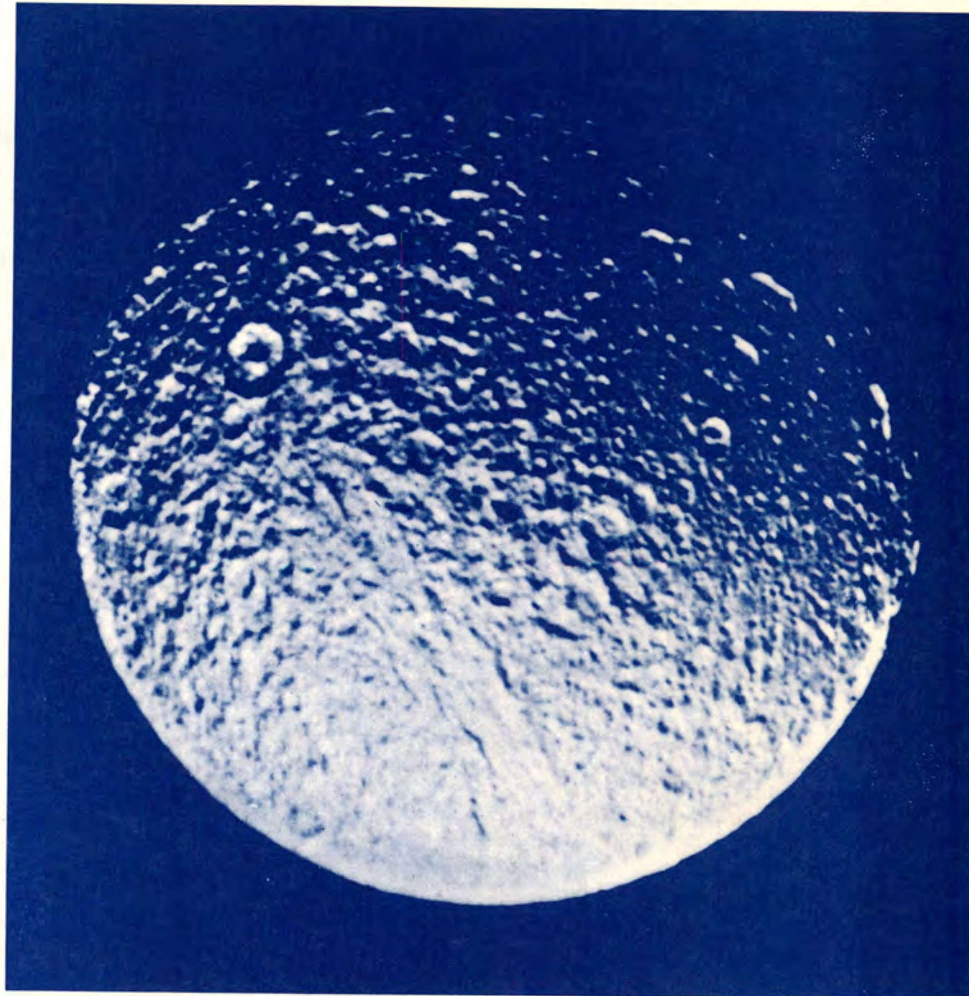


این عکس که به‌وسیله ویجر ۲ از فاصله ۸۷،۱۴۰کیلومتری انسلادوس برداشته شده، وضع توپوگرافی پوسته قمر مزبور را به خوبی نشان می‌دهد. دشت‌ها و بخش‌های بمباران شده و همچنین عوارض خطی انسلادوس در این عکس به روشنی دیده می‌شود.



قمر تتیس که سطح آن کلا" از یخ آب پوشیده شده. (ویجر ۲، ۲۵ اوت ۱۹۸۱)

این عکس که یکی از بهترین تصویرهای تتیس است، به وسیله ویجر ۲ از فاصله ۹۳،۰۰۰ کیلومتری تهیه گردیده. چهرهٔ آبله‌گون و شیار سراسری قمر مزبور در این عکس به‌خوبی دیده می‌شود.



و نسبت بازتاب آن بطور محسوسی کم است. چگالی این قمر ۱/۴ برابر آب و متأثر از امواج رادیوئی گسیل شده از کیوان است. سراسر دیون به‌ویژه به‌وسیله ویجر ۱ نقشه‌برداری گردیده و قسمت قابل ملاحظه‌ای از سطح آن مطالعه شده است. دیون با قمرک S6 که به آن دیون ب می‌گویند هم‌مدار است و اخیراً نشانه‌هائی بدست آمده که وجود قمرک هم‌مدار دیگری را حکایت می‌کند.

از جمله ویژگی‌های دیون آن است که نیم‌کره‌ای از آن روشن و نیم‌کره دیگر آن تیره و تاریک است. نسبت بازتاب نیم‌کره روشن حدود ۰/۶ و نسبت بازتاب نیم‌کره تیره فقط ۰/۳ است. از جمله عوارض چشمگیر و قابل ملاحظه سطح دیون خط شیار مانندی است بنام آماتا Amata به طول حدود ۲۴۰ کیلومتر که به‌صورت خطی روشن از نیم‌کره تاریک شروع شده و به نیم‌کره روشن پایان‌می‌یابد. وجودچنین‌عارضه‌ای را احتمالاً به انجماد درونی قمر مربوط می‌دانند. سطح نیم‌کره روشن دیون احتمالاً از یخ‌آب پوشیده شده که در اصل از درون قمر به بیرون تراویده و نیم‌کره‌ای از آن را زیر پوشش قرارداده‌است. درسطح این‌قمر گودهای شهابی مهمی که‌قطرشان از ۳۰ تا ۴۰ کیلومتر تجاوز کند به‌چشم نمی‌خورد.

فاصله دیون از کیوان بطور متوسط ۳۷۷،۰۰۰ کیلومتر است و یک دور گردش آن ۲ روز و ۱۷ ساعت و ۴۱ دقیقه به درازا می‌کشد.

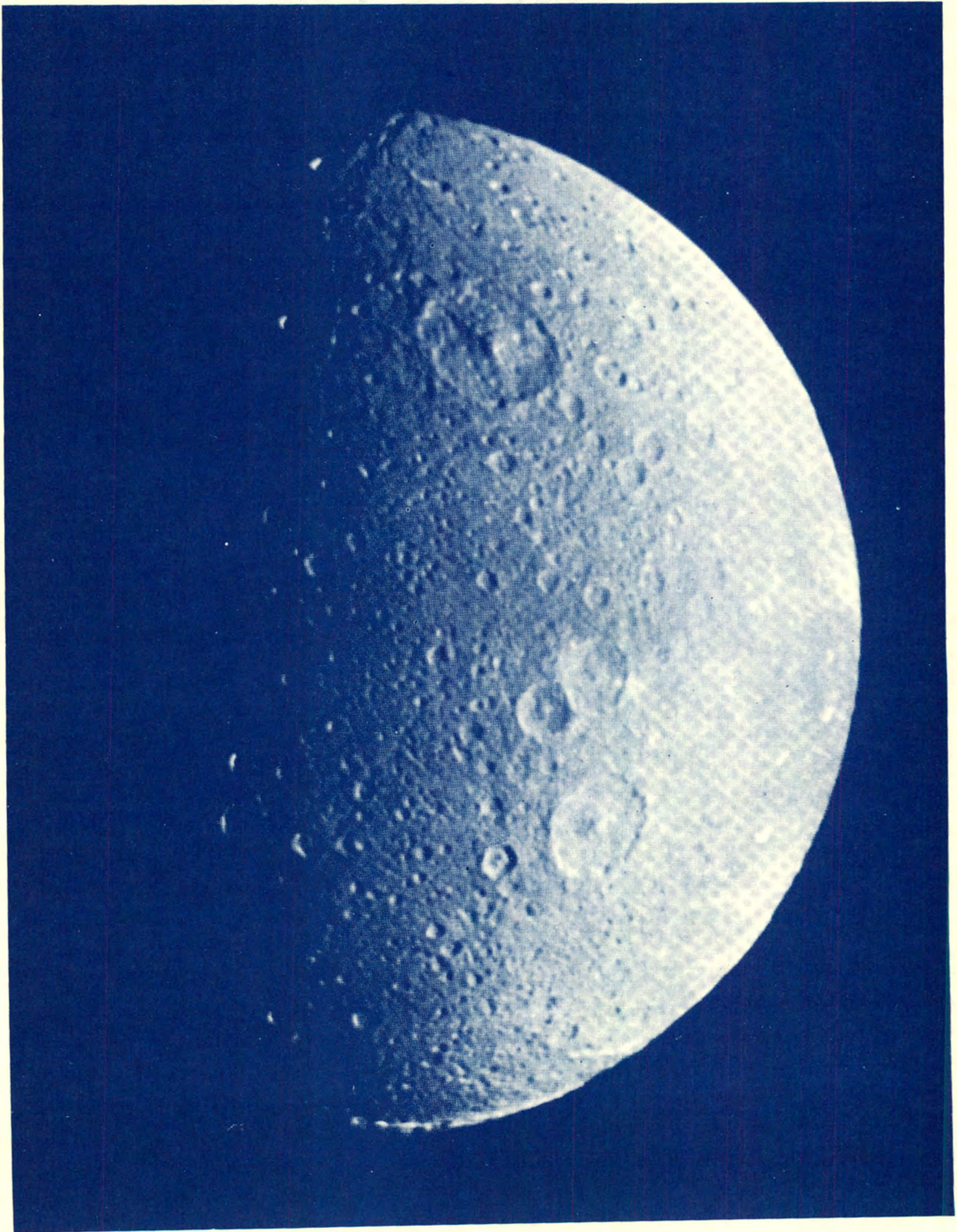
ری‌ا

RHEA

ری‌ا بعد از تیتان بزرگ‌ترین قمر کیوان است. قطر آن ۱۵۳۰ کیلومتر و چگالی آن ۱/۳ و گرانش آن نسبتاً کم است. ویجر ۱ از فاصله ۷۳،۹۸۰ کیلومتری آن عبور کرد و عکس‌های بسیار روشن و واضحی از آن به زمین فرستاد. ویجر ۲ از فاصله ۶۴۰،۰۰۰ کیلومتری آن گذشت و ضمن نقشه‌برداری از آن بر اطلاعات بدست آمده به‌وسیله ویجر ۱ افزود.

این قمر نیز همانند دیون از دو نیم‌کره روشن و تاریک تشکیل یافته و در این‌که سراسر آن از یخ‌آب پوشیده است هیچ تردیدی نیست. نواحی نیمگانی و به‌ویژه بخش‌های‌شمالی استواء ری‌ا را انبوهی‌از گودهای شهابی فرا گرفته و نواحی روشن آن نیز از گودهای بسیاری پوشیده گردیده است.

اثر بمبارانهای شهابی در سطح قمر دیون. (ویجر ۱، ۱۲ نوامبر ۱۹۸۰).



بنابرپاره‌ای نظرات ، مواد تیره‌وتاریک از درون قمر به بیرون‌تراویده و بسیاری از گودهای دیرین را پوشانیده است .
فاصله ری ا از زحل ۵۲۷،۲۰۰ کیلومتر و یک دور گردش آن ۴ روزو ۱۲ ساعت و ۲۵ دقیقه به‌طول می‌انجامد .

تیتان

TITAN

تیتان بزرگ‌ترین قمر زحل و بعد از گانیمد (قمر مشتری) بزرگ‌ترین قمر خانواده خورشیدی است . قطر تیتان ۵۱۵۰ کیلومتر و چگالی متوسط آن دو برابر آب است . به‌همین دلیل تصور می‌شود که نیمی از سنگ و نیمی از یخ‌آب تشکیل یافته باشد . سرعت گریز تیتان که حدود ۲/۵ کیلومتردر ثانیه است ، جوی را در پیرامون آن نگاه داشته که نخستین نشانه‌های آن درسال ۱۹۰۳ به‌وسیله جی . کماس سولا J.Comas Sola ستاره‌شناس اسپانیائی احساس گردید و طی سال‌های ۱۹۴۳و۱۹۴۴ جرارد . پی . کوئی‌پر Gerard P.Kuiper به‌کمک‌دستگاههای‌طیف‌نگارآن راآزمایش‌وتأییدنمود .

کاوش های کیهانی که به یاری ویجر ۱ انجام یافته است ، نشان داد که جو تیتان کلا" از نیتروژن و کمی متان ترکیب یافته و تراکم نسبتا" زیاد آن دیدار سطح قمر مزبور را مانع گردیده است . آزمایش‌های انجام شده‌به وسیله ویجرها فشار جو تیتان را ۱/۶ برابر فشار جو زمین نشان می‌دهد و دمای سطحی آن را معادل ۹۲ کلوین بیان می‌دارد . در جو تیتان علاوه‌بر نیتروژن‌ومتان‌گازهای‌دیگری چون‌هلیوم ، اتان ، استیلن ، پروپان و ئیدرژن نیز یافت می‌گردد . شرایط حاکم بر جو تیتان وجود گونه‌ای حیات را در قمر مزبور ایجاب می‌نماید ، اما از آنجائی که دمای تیتان بسیار کم است ، این تصور بسیار نامحتمل خواهد بود .

باوجود این‌که دو نیم‌کره تیتان از نظر رنگ متفاوتند ، ولی رنگ کلی قمر مزبور مایل به نارنجی است . نیم‌کره جنوبی روشن‌تر و درخشان‌تر و نیم‌کره شمالی تقریبا" قرمز و تیره است .

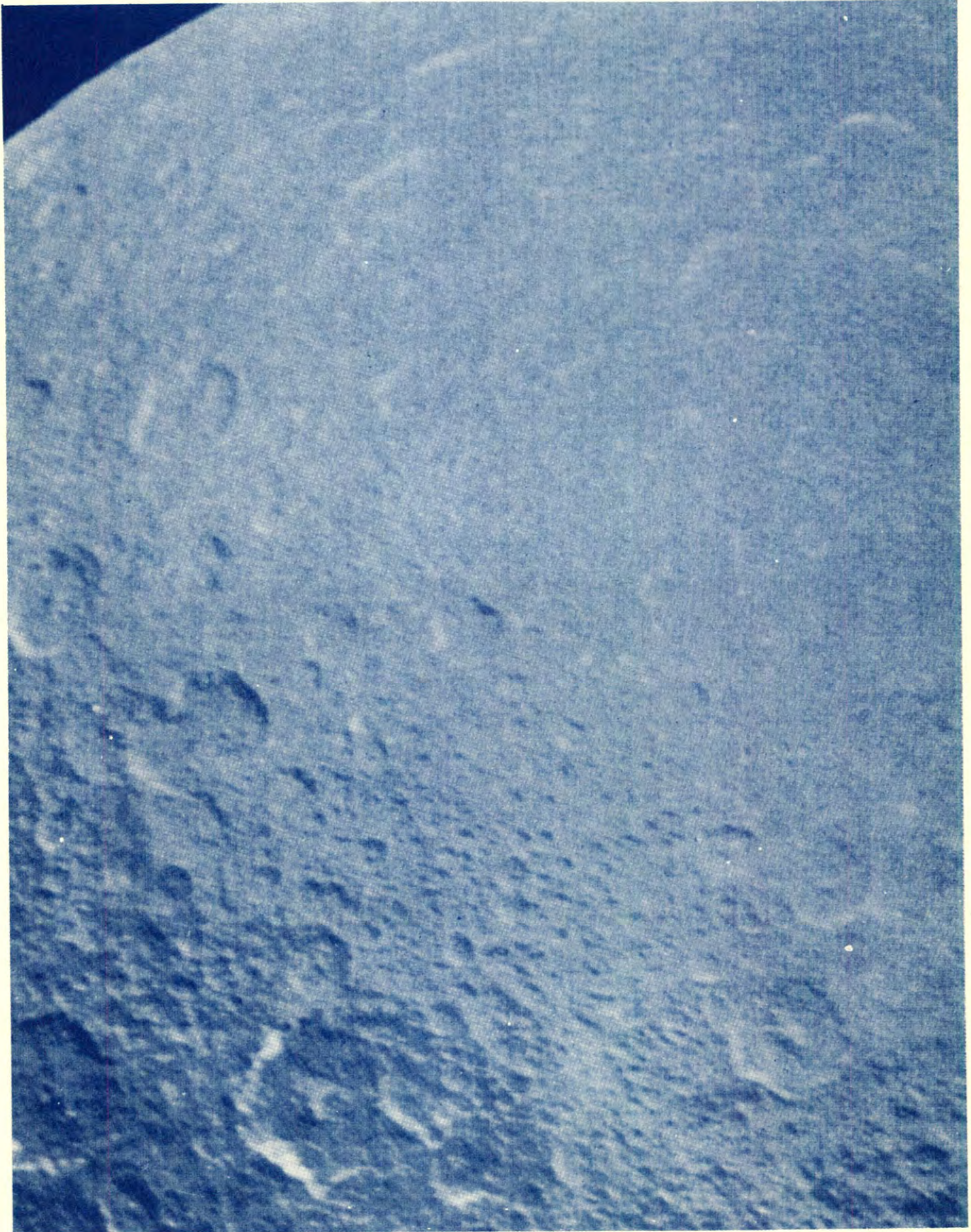
اطلاعات بدست آمده گویای آن است که ترکیبات جو تیتان درقطب شمال و عرض متوسط و همچنین عرض‌های پائین نیم‌کره شمالی متفاوت‌است و مقدار استیلن و متیل استیلن نواحی اخیر از نواحی قطبی بیشتر است .

تیتان یک قمر همزمان است و میل محور چرخش آن نسبت به قائم بر سطح مدارش حدود ۵ درجه است . فاصله تیتان از زحل ۱،۲۲۱،۶۰۰ کیلومتر است و یک دور گردش کامل آن ۱۵ روز و ۲۲ ساعت و ۴۲ دقیقه به درازا می‌کشد .

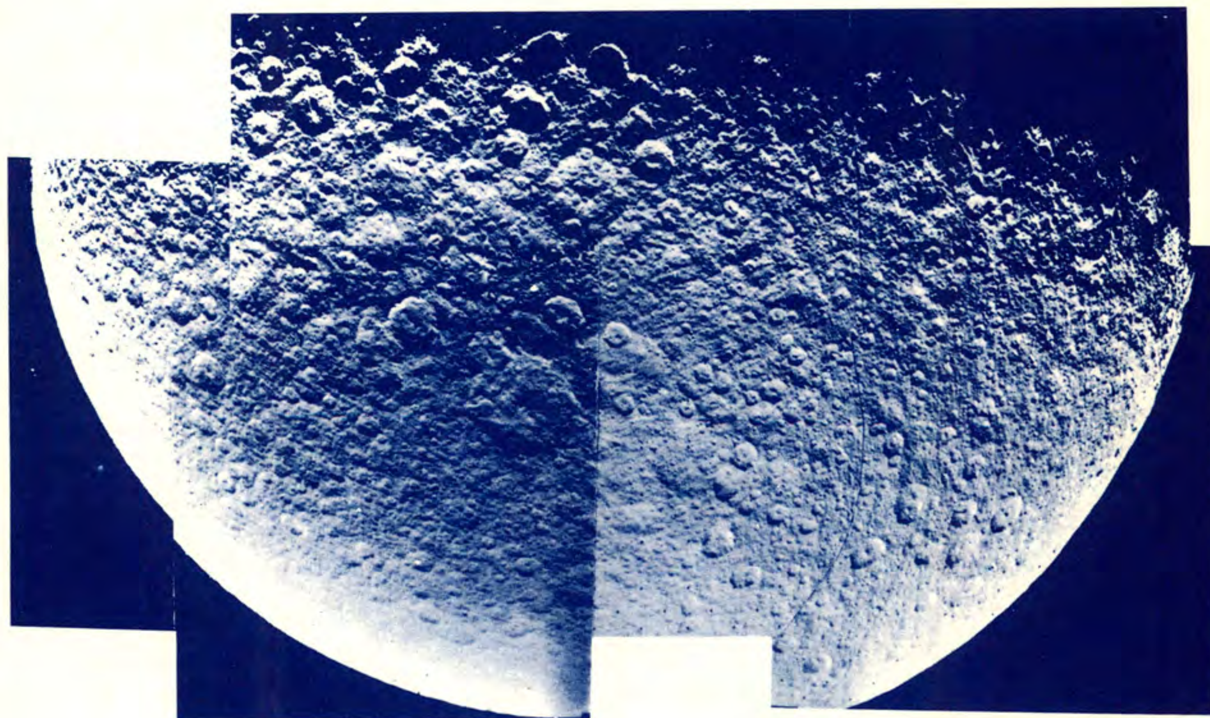


این تصویر از فاصله ۲۴۰،۰۰۰ کیلومتری دیون به وسیله ویجر ۱ عکاسی شده. به طوری که دیده می‌شود ، اختلاف رنگ دو نیمکره قمر مزبور در این عکس به خوبی محسوس است.

نواحی قطب شمال قمر ری را از فاصله هفتاد هزار کیلومتری. در این تصویر عوارضی که اندازه آنها حتی به ۲۲ کیلومتر می‌رسد دیده می‌شود. (ویجر ۱ دوازده نوامبر ۱۹۸۰)



تصویری از رئا که از فاصله ۸۰ هزار کیلومتری به وسیله ویجر ۱ عکسبرداری شده. به طوری که دیده می‌شود، گودهای شهابی فراوانی در این عکس به چشم می‌خورد که قطر بزرگترین آنها سیصد کیلومتر است.



ترکیبات جو تیتان

Composition of the Atmosphere

نیتروژن	حدود ۹۴	درصد
هلیوم	حدود ۶	درصد
متان	حدود 10^{-2}	درصد
اتان	حدود 2×10^{-5}	درصد
استیلن	حدود 3×10^{-6}	درصد
پروپان	حدود 2×10^{-5}	درصد
دی استیلن	حدود 10^{-7} تا 10^{-8}	درصد
متیل استیلن	حدود 3×10^{-8}	درصد
ئیدرژن‌سیانید	حدود 2×10^{-7}	درصد
کانواستیلن	حدود 10^{-7} تا 10^{-8}	درصد
کانوژن	حدود 10^{-7} تا 10^{-8}	درصد
کربن‌دی‌اکسید	حدود 10^{-10}	درصد
کربن‌منواکسید	؟	

هیپریون

HYPERION

هیپریون از جمله کوچکترین اقمار عمده کیوان است. مدار بیضی‌شکل این قمر بین تیتان و یاپتوس و در فاصله ۱،۴۸۳،۰۰۰ کیلومتری زحل قرار دارد. شناسائی کامل هیپریون بوسیله ویجر ۱ که از فاصله ۸۸۰،۰۰۰ کیلومتری آن عبور کرده بود میسر نگردید، اما از سفر ویجر ۲ که از فاصله ۴۷۰،۰۰۰ کیلومتری آن گذشت نتایج بهتری بدست آمد. هیپریون دارای شکل‌نامنظمی‌است و ابعاد آن حدود ۲۴۰×۲۵۰×۴۰۰ کیلومتراست. شکل نامنظم هیپریون این گمان را مطرح می‌سازد که قمر مزبور در روزگاری نه‌چندان دور، ظاهرا" با یک جرم فضائی برخورد کرده‌است. فاصله‌بسیار دور هیپریون از زحل آن را از اثرات کشندی سیاره مادر تقریبا" در امان داشته و تعادل مداری آن را مدت‌ها به تأخیر انداخته‌است. نسبت‌بازتاب ضعیف هیپریون نشانه آن است که روی آن را غباری از مواد تیره پوشانیده

و نسبت بازتاب سراسری آن را بین ۱۰ تا ۲۰ درصد متغیر ساخته است. در سطح هیپریون چندین گود نسبت بزرگ دیده می‌شود که یکی از آنها دارای قطری حدود ۱۲۰ کیلومتر و ژرفای حدود ۱۰ کیلومتر است و چگالی کم آن نشان می‌دهد که عامل یخبندان خلل و فرج بسیاری در آن پدید آورده و بالطبع از چگالی آن کاسته است. آزمایش‌های طیفی نشانه‌هائی از وجود یخ‌آب را در گوشه و کنار آن نشان می‌دهد.

یک دور گردش کامل هیپریون ۲۱ روز و ۶ ساعت و ۳۴ دقیقه به درازا می‌کشد و در مورد این‌که قمر مزبور یک قمر همزمان است و یا دارای چرخش محوری است؟ هنوز تردیدهائی وجود دارد.

یاپتوس

IAPETUS

یاپتوس که یکی از بیرونی‌ترین اقمار عمده کیوان است، در فاصله‌ای برابر ۳،۵۶۰،۰۰۰ کیلومتری به دور سیاره مـادر گردش می‌کند و یک دور گردش کامل آن ۷۹ روز و ۷ ساعت و ۵۷ دقیقه به طول می‌انجامد.

قطر این قمر ۱۴۴۰ کیلومتر است و چگالی آن اندکی از آب بیشتر است. ویجر ۲ برخلاف ویجر ۱ که‌هیچگاه موفق به‌نزدیک شدن به قمرمزبور نگردید، از فاصله ۹۰۹،۰۰۰ کیلومتری آن عبور کرد و تصویرهای نسبتا" روشن و قابل توجهی از سطح آن تهیه نمود.

یاپتوس درسال ۱۶۷۱ به‌وسیله‌جی. دی. کاسینی *G.D. Cassini* کشف گردید و از همان زمان معلوم شد که درخشندگی آن متغیر است. نتایج بدست آمده از ماموریت ویجرها نشان داد که این اختلاف به تفاوت رنگ‌دو نیم‌کره یاپتوس که نسبت بازتاب یکی به ۰/۰۵ و دیگری به ۰/۵ می‌رسد، مربوط می‌باشد. دو نیم‌کره قمر مزبور فاقد مرز مشخصی بوده و هر دوی آنها از گودهای شهابی آبله‌گون هستند.

چگونگی و علت اختلاف رنگ این دو نیم‌کره هنوز روشن نیست و جائی برای بررسی‌های آینده باز گذارده است. یاپتوس یک قمر یخی است و احتمال می‌رود که نیم‌کره رو به کیوان آن به‌وسیله لایه‌ای از خردیزه‌های پرتاب شده از سیاره مادر پوشیده شده ورنگ آن را تیره و تار کرده باشد و یا این‌که مواد تیره‌کننده از درون قمر به بیرون تراویده و بخشی از سطح آن را زیر پوشش قرار داده باشد.



جو انبوه تیتان سطح قمر مزبور را در زیر خویش پنهان نموده و از نظرها دور داشته است. این عکس که از فاصله ۹۰۷،۰۰۰ کیلومتری گرفته‌شده جو پیرامون قمر را به‌خوبی نشان می‌دهد.

فی‌بی

PHOEBE

دورترین و یا بیرونی‌ترین قمر کیوان که‌فی‌بی نام دارد درسال ۱۸۹۸ به‌کمک‌فن عکسبرداری کشف‌گردید. فی‌بی کوچکترین قمر از مجموعه قمرهای عمده کیوان است و قطر آن از ۱۶۰ کیلومتر بیشتر نیست و به‌همین جهت جرم بسیار کم نوری را در تلسکوپ‌های زمینی مجسم می‌سازد. فاصله‌متوسط فی‌بی از زحل حدود ۱۳ میلیون کیلومتر است و یک دور گردش پس رونده‌ٔ آن ۵۵۰ روز و ۸ ساعت و ۵ دقیقه به درازا می‌کشد. متأسفانه شناسائی و نقشه برداری فی‌بی به‌وسیله هیچیک از ویجرها بخوبی میسر نگردید، زیرا ویجر ۱ از فاصله حداقل ۱۳،۵۰۰،۰۰۰ کیلومتری آن عبور کرد و ویجر ۲ نیز هیچگاه از ۱،۴۷۳،۰۰۰ کیلومتری به‌آن نزدیک نشد. به‌همین دلیل عکس روشن و واضحی از این قمر در دست نیست و در میان اقمار کیوان ناشناخته‌ترین قمر بشمار می‌آید.

سطح فی‌بی تقریبا" تیره و تار است و نسبت بازتاب آن حدود ۰/۰۵ د است و این‌نسبت درنقاط مختلف قمر مزبور تفاوت می‌کند و گاه تا ۵۰درصد کم و زیاد می‌شود.

فی‌بی برخلاف هیپریون دارای شکل کروی است (البته تا آنجائی‌که اطلاع داریم) و یک دور چرخش محوری آن احتمالا" حدود ۹ ساعت به‌طول می‌انجامد. ویژگی این قمر یکی گردش پس رونده آن است و دیگری میل نسبتا" زیاد سطح مدار آن با سطح استواء کیوان است که به‌حدود ۱۵۰ درجه می‌رسد. این ویژگی‌ها گویای آن است که جرم مزبور ذاتا" یک قمر نیست بلکه سیارکی است که در روزگاران گذشته به دام کیوان افتاده و از آن‌زمان تا کنون تحولی در آن پدید نیامده است.

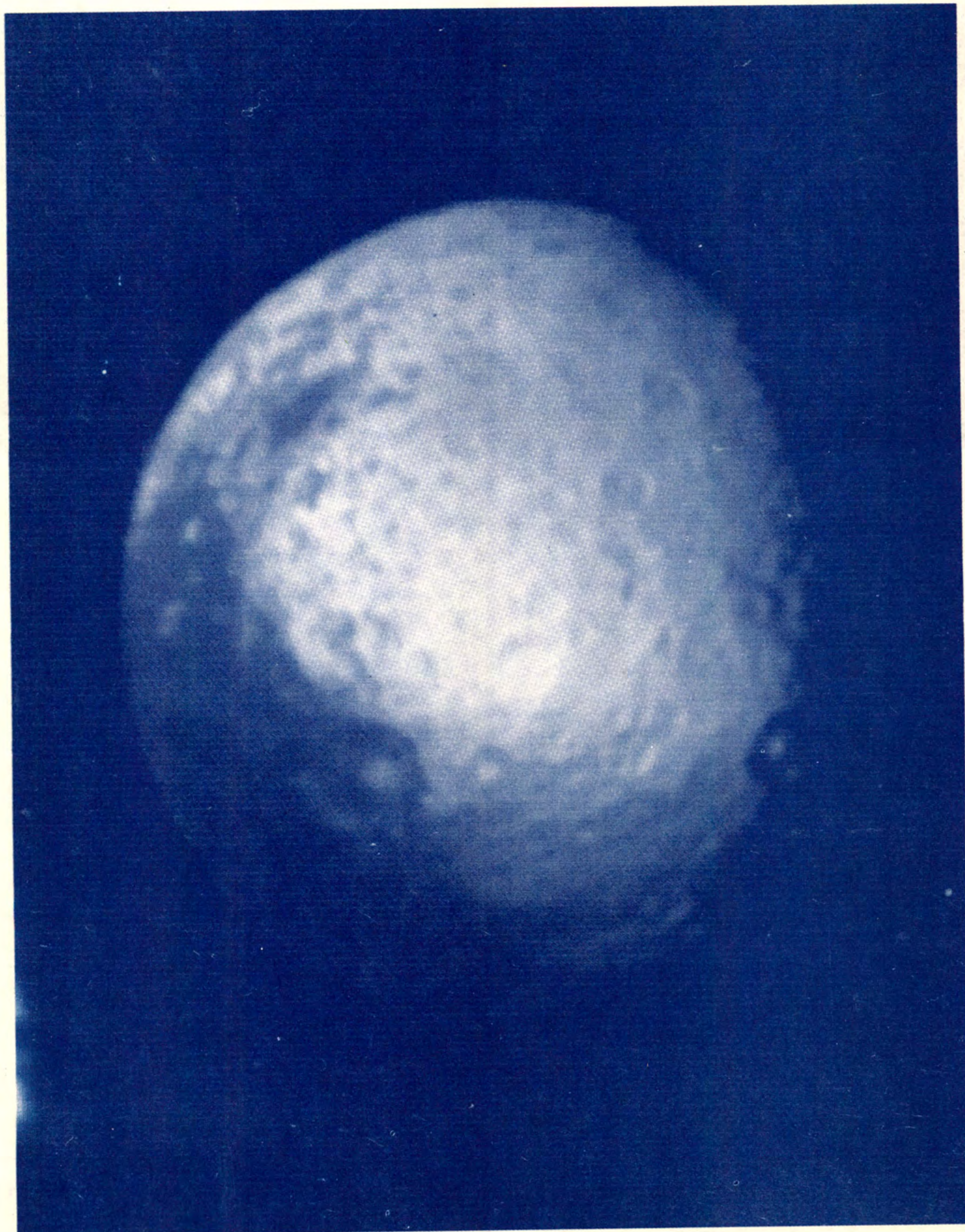
بطور خلاصه باید گفت فی‌بی بخوبی شناسائی نشده و کاوش‌ها و بررسی‌های بیشتری را ایجاب می‌نماید.

قمرهای کوچک کیوان

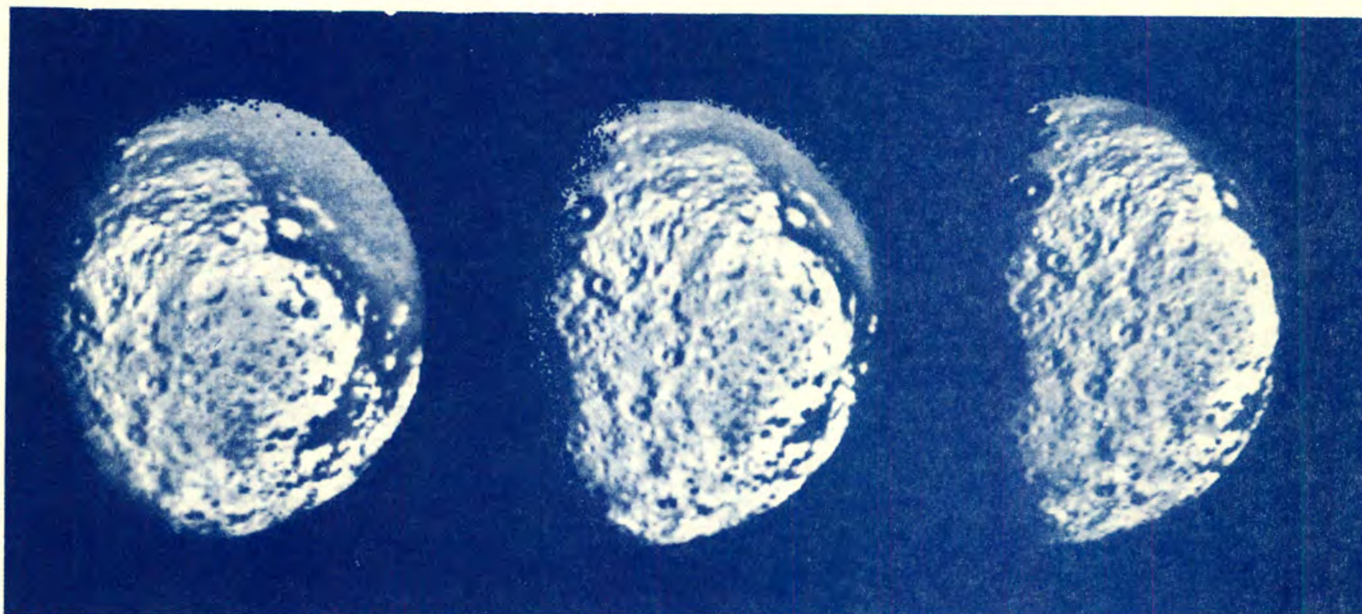
SMALL SATELLITES

در سال‌های اخیر شمار قمرهای شناخته شده زحل رو به فزونی نهاده است. پیش ازمأموریت‌فضاناوهای پایونیر و ویجر و آغازکاوش‌های کیهانی،

سطح قمر یاپتوس که از نواحی روشن و تاریک تشکیل یافته است. طبیعت این قمر هنوز مورد تردید و نیازمند بررسی است.
(ویجر ۲، بیست و دوم اوت ۱۹۸۱)



این‌تصاویر که به وسیلهٔ ویجر ۲ از فاصلهٔ ۹۰۹،۰۷۰ کیلومتری یاپتوس تهیه شده، نیمکرهٔ پشت به سیاره را نشان می‌دهد. در عکس سمت چپ بخشی از نیمکرهٔ تاریک قمر که رو به کیوان قرار دارد، دیده می‌شود.



از خانواده کیوان جمعا" ۹ قمر شناسائی شده بود و امروزه این تعداد به ۲۳ بالغ گردیده است. در میان اعضای خانواده زحل پنج قمر کوچک در حد فاصل مدار می‌ماس و کیوان در گردشند که هنوز نامگذاری نشده و موقتا" به وسیله حرف S (به نشانه کیوان) همراه با یک شماره و گاه با تاریخ کشف مشخص می‌گردند. نخستین آنها قمرک S28 است که در لبه بیرونی حلقه A و در فاصله ۱۳۷،۶۷۰ کیلومتری کیوان قرار دارد. این قمر در عکسهای مخابره شده سال ۱۹۸۰ ویجر ۱ هنگامی‌که از فاصله ۲۱۹ هزار کیلومتری آن عبور می‌کرد، کشف گردیده است. قمرک S28 جرم نسبتا" درازی است که بزرگ‌ترین طول آن به حدود ۴۰ کیلومتر می‌رسد و ضمن آنکه هر ۱۴ ساعت و ۳۰ دقیقه یک‌بار به دور زحل می‌گردد، لبه خارجی حلقه A رانیزهمانند یک رفتگر پاک کرده و آن را تیز و مشخص می‌نماید.

بعد از S28 دو قمرک دیگر با شماره‌های S27 و S26 قراردارند که درازای هرکدام حداقل حدود ۲۰۰ کیلومتر است. این دو قمر درطرفین حلقه F گردش می‌کنند و نیروی گرانشی آنها به ثبات و ایستائی حلقه مزبور کمک‌می‌نماید. فاصله‌متوسط قمرک S27 از کیوان۱۳۹،۳۵۳ کیلومتر و میانگین‌فاصله‌قمرک S26 از سیاره مادر ۱۴۱،۷۰۰ کیلومتراست. قمرک S27 هر ۱۴ ساعت و ۴۳ دقیقه یک‌بار و قمرک S26 هر ۱۵ ساعت و ۵ دقیقه یک مرتبه به دور زحل گردش می‌کنند.

در فاصله ۱۵۱،۵۰۰ کیلومتری کیوان و ده هزار کیلومتری حلقه F و تقریبا" میان حلقه‌های F و G دو قمر کوچک جالب توجه به شماره‌های S3 و S1 جای دارند که هردو دارای شکل نامنظمی هستند. اندازه‌قمرک S3 برابر ۹۰×۴۰ کیلومتراست‌وقمرک S1 حدود ۹۰×۱۰۰ کیلومترمی‌باشد. نشانه‌های موجود گویای آن است که قمرک‌های مزبور پاره‌هائی از یک جرم متلاشی‌شده می‌باشند. در هرحال‌قمرک S3 نسبت به S1 کمی نزدیک‌تر به زحل است و مدت گردش آن ۱۶ ساعت و ۴۰ دقیقه و مدت گردش S1 نیز برابر ۱۶ ساعت و ۴۰ دقیقه است.

درفوریه ۱۹۸۲ اس. پی. سینوت S.P. Synnott اعلام‌داشت که مدارک بدست آمده از ویجر ۲، وجود قمرک دیگری را در فاصله حدود ۱۸۵،۶۰۰ کیلومتری زحل نشان می‌دهد که احتمالا" با می‌ماس هم‌مدار است. اندازه‌های احتمالی این قمرک که موجودیت آن تا تاریخ چاپ این کتاب* هنوز تائید نگردیده، حدود ۱۰ کیلومتر است.

در فاصله‌ای دورتر، یعنی در ۲۹۴،۷۰۰ کیلومتری کیوان دو قمرک هم مدار قرار دارند که یکی به شماره S13 در فاصله ۶۰ درجه‌جلوی تتیس و دیگری به شماره S25 در فاصله ۶۰ درجه پشت تتیس روی مداری به دور کیوان گردش می‌کنند. سینوت همچنین به‌وجود قمرک دیگری در



تصاویر ارسالی از ویجر ۲ شکل نامنظم هیپریون را نشان می‌دهد. در این تصاویر که از فاصله ۴۷۰،۸۴۰ کیلومتری گرفته شده، مناطق روشن و تاریک و همچنین پاره‌ای‌گودهای سطح قمر مزبور دیده می‌شود.

* ۱۹۸۴، تاریخ انتشار نسخهٔ اصلی کتاب. م

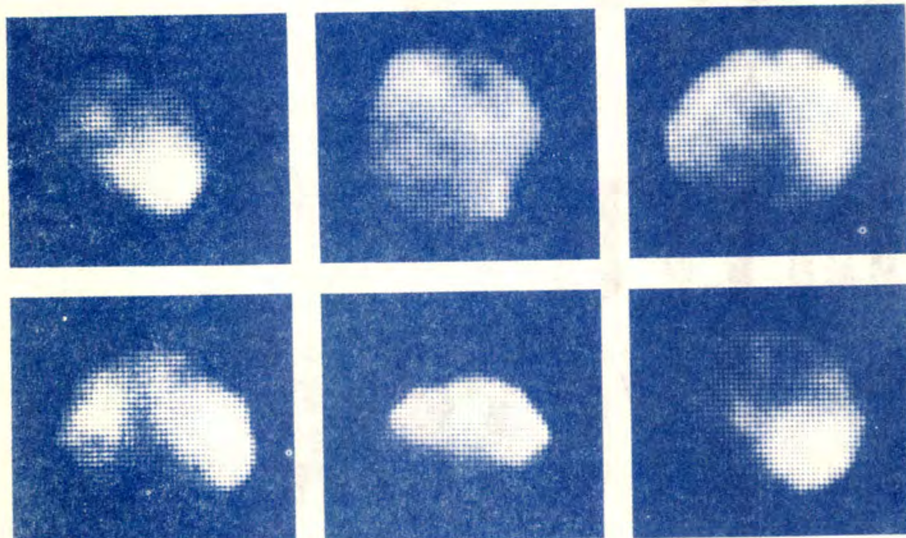
همین مدار اشاره می‌کند که تا این زمان هنوز موجودیت آن تأئید نگردیده است.

از دیگر اقمار کوچک زحل قمرک S6 است که به‌دلیل هم‌مدار بودن با دیون غالبا" بنام دیون ب شناخته می‌شود. قطر قمرک S6 که به‌یاری مشاهدات تلسکوپی سال ۱۹۸۰ از پایگاه زمینی کشف گردیده، حدود ۱۶۰ کیلومتر است و هر ۲ روز و ۱۶ ساعت و ۴۸ دقیقه یکبار به دور کیوان گردش می‌کند. از این قمر جز این‌که آن را یک دنیای منجمد و یخ‌بستهٔ احتمالی بشمار آوریم، اطلاع دیگری در دست نیست.

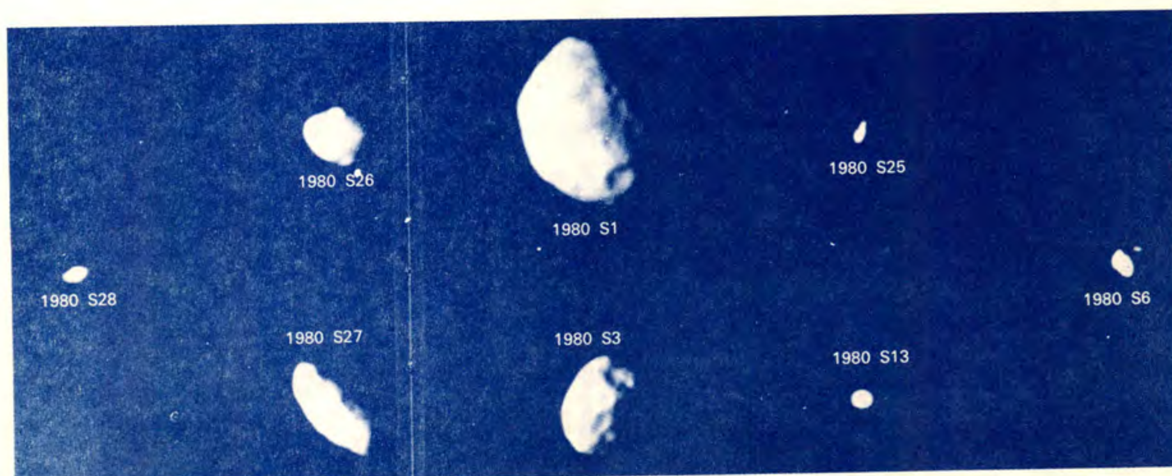
سینوت علاوه‌بر S6 به وجود قمرک دیگری در همین مدار پی برده که تاکنون تأئید نگردیده است.

دو قمرک دیگر نیز همچنین به‌وسیله اس. پی. سینوت کشف شده که یکی بین مدار تتیس و دیون و درفاصله ۳۵۰،۰۰۰ کیلومتری زحل درگردش است و یک دور گردش آن ۲ روز و ۱۰ ساعت و ۳۴ دقیقه به درازا می‌کشد، و دیگری در میان دیون و ری ا و در فاصله ۴۷۰،۰۰۰ کیلومتری قرار گرفته که مدت گردش آن ۳ روز و ۱۹ ساعت و ۱۲ دقیقه می‌باشد. اندازه این دو قمر احتمالا" حدود ۱۵ تا ۲۰ کیلومتر است.

همانطوری‌که قبلا" هم اشاره شد، احتمال این‌که قمرهای ناشناخته دیگری نیز در این‌خانواده موجودباشد بسیار زیاد است، مسلما" کاوش‌های آینده پاسخگوی این مسئله خواهند بود.



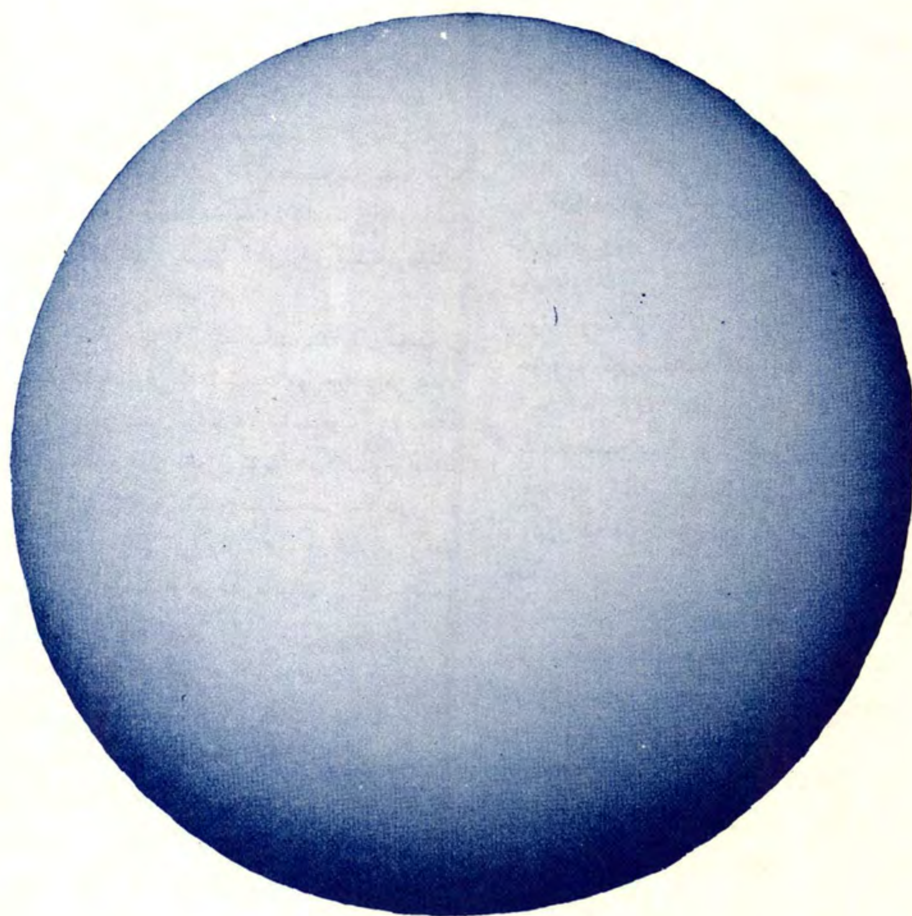
ویجر ۱ با فاصله بسیار دور خود از فی‌بی، به کسب اطلاعات مفیدی از این قمر موفق نگردید، و ویجر ۲ که از فاصله بیشتر از ۲/۲ میلیون کیلومتری آن عبور نمود، فقط به برداشتن عکس از قمر مزبور اکتفا کرد. با وجودی که عکسهای مزبور از کیفیت لازم برخوردار نیستند، مع‌الوصف پاره‌ای عوارض تاریک و روشن در سطح آن به چشم می‌خورد.



هشت قمر کوچک به وسیله ویجرهای ۱ و ۲ کشف گردیده است. این قمرک‌ها یا در لبه حلقه‌های زحل گردش می‌کنند و یا با قمرهای عمده کیوان هم‌مدار هستند.
از سمت چپ. قمرک S28 یا رفتگر لبه خارجی حلقه A. قمرک‌های S26 و S27 یا رفتگرهای دو طرف حلقه F. قمرک‌های هم‌مدار S1 و S3. قمرک‌های S13 و S25، هم‌مدارهای تتیس. قمرک S6 هم‌مدار دیون که به آن دیون ب نیز می‌گویند. به طوری که دیده می‌شود، قمرک‌های این شکل به وسیلهٔ بمباران‌های شهابی آبله‌گون شده‌اند.

سیارات دوردست واجرام دیگر

OUTER SOLAR SYSTEM



اورانوس

ویژگی‌های اورانوس

CHARACTERISTICS OF URANUS

اورانوس هفتمین سیاره از منظومهٔ شمسی و یکی از چهار فرزند غول‌پیکر خورشید است. این سیاره که در فاصلهٔ ۲،۸۶۹،۶۰۰،۰۰۰ کیلومتری خورشید واقع شده، با رنگ آبی مایل به سبز خودنمائی می‌کند و چهره‌ای به ظاهر آرام و محجوب دارد. اورانوس که از خدای آسمان و اول فرمانروای جهان در دین یونانیان باستان نام گرفته است، در سال ۱۷۸۱ به وسیلهٔ ویلیام هرشل کشف گردید و فضاناو ویجر ۲ هشت سال پس‌ازترک زمین در ۲۴ ژانویه ۱۹۸۶ خود را به فاصلهٔ ۸۲،۰۰۰ کیلومتری آن رسانید و برای نخستین بار تصویر نزدیک سیارهٔ مزبور را در برابر دیدگان مشتاق زمینیان آشکار ساخت.

اورانوس از خورشید آن‌چنان دور است که آفتاب ۳۷۰ بار ضعیف تر از زمین به آن می‌تابد و امواج رادیوئی که با سرعت نور حرکت می کنند، برای طی فاصلهٔ آن تا زمین به مدتی برابر دو ساعت و ۴۴/۸ دقیقه نیازمندند. اورانوس و خانوادهٔ او حول محوری که با دایرةالبروج حدود ۸ درجه انحراف دارد می‌چرخد و از این بابت وضع منحصر به فردی را به خود اختصاص داده است. قطر استوائی اورانوس ۵۱،۱۲۰ کیلومتر و قطر قطبی آن ۴۹،۹۴۵ کیلومتر است و یک بار چرخش محوری آن ۱۷ ساعت و ۱۴ دقیقه و ۲۴ ثانیه به درازا می‌کشد.

پیرامون اورانوس را ده حلقهٔ باریک و تیره در برگرفته و پانزده قمر به گرد آن در گردش است و از این جهت پس از کیوان و مشتری سومین فرزند عیالوار خورشید به شمار می‌آید. اورانوس هر ۸۴ سال و ۴ روز و ۱۷ ساعت و ۵ دقیقه و ۳۰ ثانیه یک بار به دور خورشید گردش می‌کند.

شناسنامهٔ اورانوس — Physical Data

فاصله از خورشید	۲،۸۶۹،۶۰۰،۰۰۰ کیلومتر
مدت‌گردش‌بدور‌خورشید	۸۴ سال‌و۴روزو۱۷ ساعت‌و۵/۵دقیقه
زمان چرخش محوری	۱۷ ساعت و ۱۴ دقیقه و ۲۴ ثانیه
قطر استوائی	۵۱،۱۲۰ کیلومتر
قطر قطبی	۴۹،۹۴۵ کیلومتر
حجم	حدود ۷۰ برابر زمین
تراکم	۱/۳ برابر آب
جرم	۱۴/۴ برابر زمین
دمای سطحی	۲۰۰ــ درجه سانتی‌گراد
تمایل محور	۹۷/۸ درجه
نسبت بازتاب	۰/۹۳
سرعت گریز	۲۲/۵ کیلومتر در ثانیه

جو اورانوس — Atmosphere

گاز متان موجود در جو فوقانی اورانوس، نور قرمز آفتاب را جذب کرده و نورهای آبی و سبز را بر جو سیاره مسلط می‌سازد و چهرهٔ ظاهری کرهٔ مزبور را با رنگ آبی مایل به سبز می‌آراید. پیرامون اورانوس را ابرهای گوناگونی پوشانیده و بادهائی با سرعت ۱۸۰ تا ۵۴۰ کیلومتر در ساعت در آن می‌وزد. آن‌دسته از ابرهائی که به قطب‌های اورانوس نزدیکترند، حتی سریعتر حرکت کرده و سرعتشان به ۶۸۰ کیلومتر در ساعت می‌رسد.

اتمسفر اورانوس در نواحی نیمگانی با سرعت ۱۷۵ کیلومتر در ساعت حول محور سیاره می‌چرخد و بادهای جوی با رسیدن به نواحی نیمگانی جهت خود را عوض می‌کنند و از ستبرای جو نواحی مزبور می‌کاهند و در مقابل بر انبوهش اتمسفر نواحی قطبی می‌افزایند (برعکس زمین که بر اثر وزش بادهای جت‌استریم، ضخامت جو در نواحی نیمگانی بیشتر از نواحی قطبی است).

اورانوس برخلاف مشتری و کیوان که سیاراتی درون‌گرم و فعال هستند، حرارتی از درون خود ساتع نمی‌کند، و از آنجائی که فرارفت گرما به آشوب‌های جوی می‌انجامد، لذا آرامش ظاهری چهرهٔ اورانوس را به خوبی می‌توان توجیه کرد. البته رنگ آبی ملایم چهرهٔ اورانوس که به وسیلهٔ ویجر ۲ به زمین مخابره شده، فقط گویای وضع ظاهری لایه‌های فوقانی جو سیاره بوده و ژرف لایه‌های آن از دید کنجکاو فضاناو مزبور به دور مانده است، به همین دلیل برخی از دانشمندان بر این گمانند که شاید لایه یا لایه‌هائی در اعماق جو اورانوس وجود داشته باشد که از فرار دمای درونی جلوگیری کرده و ظاهری سرد و آرام به لایه‌های فوقانی جو سیاره بخشیده است.

سنجار *Sensor* های حساس ویجر ۲ دمای سیاره را در سطح ابرهای فوقانی معادل ۲۲۰ــ درجه سانتی‌گراد نشان می‌دهد و بیانگر آن است که با افزایش عمق بر میزان آن افزوده می‌شود، به طوری که در ژرفای ۲/۳ بار* به ۱۷۲ــ درجه سانتی‌گراد می‌رسد.

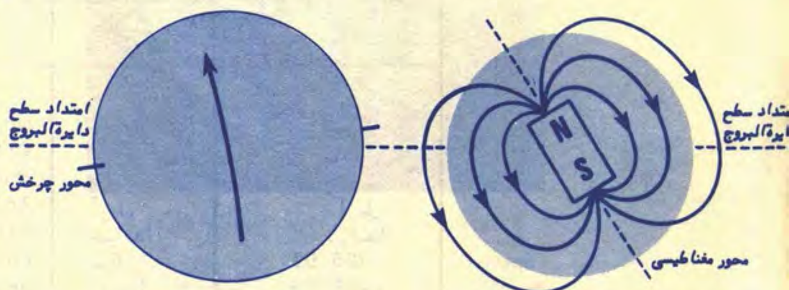
۸۵ درصد قسمتهای فوقانی جو اورانوس که از ابرهای آبی‌رنگ پوشیده شده به ئیدرژن اختصاص یافته و گاز هلیوم درمقام دوم جای‌دارد و لایه‌ای از ابر متان به ستبرای ۲ تا ۴ کیلومتر سراسر سطح سیاره را پوشانیده است و نشانه‌هائی از یک یونکره قابل توجه نیز در جو آن به چشم می‌خورد.

میدان مغناطیسی اورانوس — Magnetic Field

طی بررسیهائی که به مدت ۳۷ روز به وسیلهٔ ویجر ۲ به عمل آمد، معلوم گردید که اورانوس هر ۱۷ ساعت و ۱۴ دقیقه و ۲۴ ثانیه یک بار به گرد محور خویش می‌چرخد و محور مغناطیسی آن ۵۸/۵ درجه نسبت به محور چرخش سیاره انحراف دارد و امتداد محور مغناطیس آن از فاصله‌ای حدود ۸،۰۰۰ کیلومتری مرکز سیاره عبور می‌کند. شرایط مزبور حالت خاصی را به اورانوس بخشیده و آن را در میان فرزندان ند‌گانهٔ خورشید منحصر به فرد ساخته است. وزش بادهای خورشیدی باعث گردیده تا مانند دیگر

* واحد اندازه‌گیری فشار جو را بار می‌نامند و مقدار آن برابر یک میلیون دین بر سانتی‌مترمربع است. م

سیارات، آن قسمت از مغناطکره اورانوس که رو به خورشید قرار دارد، تا فاصلهٔ ۴۶۵،۰۰۰ کیلومتری مرکز سیاره به عقب رانده شود و در مقابل دنبالهٔ طویلی در پشت سیاره ایجاد نماید. اندازه‌گیریها نشان داده است که نیروی میدان مغناطیسی اورانوس به طور متوسط ۵۰ بار نیرومندتر از میدان مغناطیسی زمین است و توان آن در ورود به قسمت پس نشستهٔ مغناطکره به ۰/۱ گاوس بالغ می‌گردد.



اورانوس از نظر وضع محورهای چرخش و مغناطیس، سیارهٔ منحصر به فردی در منظومهٔ خورشیدی است و تمایل محور چرخش آن نسبت به سطح دایرةالبروج نیز خود شگفتی‌آفرین است.

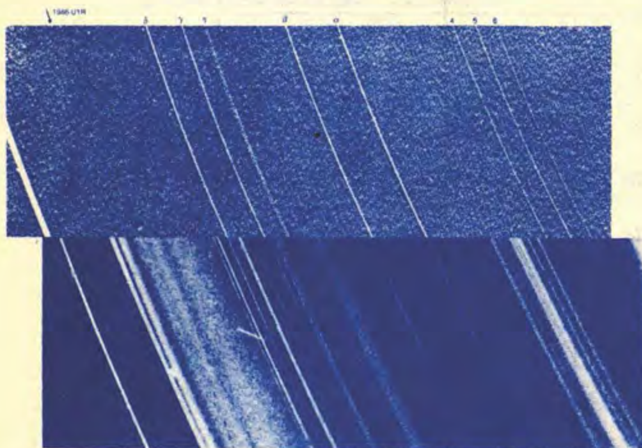
حلقه‌های اورانوس Uranian Rings

جیمز الیوت James Elliot و همکارانش در سال ۱۹۷۷ به وجود حلقه‌هائی درپیرامون اورانوس پی‌بردند و موفق‌گردیدند تا به‌کمک ستاره‌ای که آرام آرام به پشت سیاره می‌خزید به شمار حلقه‌ها و همچنین پهنای آنها از دیدگاه زمینی دست‌یابند. اما بررسیهای‌ویجر جزئیات‌بیشتری را آشکار ساخت و افزون بر حلقه‌هائی‌که از دیدگاه زمینی یافت‌شده بود، موجودیت دو حلقهٔ دیگر را نیز محقق نمود و شمار آنها را به ده حلقه افزایش داد. حلقه‌های اورانوس برخلاف حلقه‌های دیگر سیارات غول‌پیکر، واکنشی در مقابل نور خورشید از خود نشان نمی‌دهند و به اجرامی تیره و تار شباهت دارند. سراسر حلقه‌های اورانوس را غلافی از غبارهای کیهانی پوشانیده‌و خردیزه‌های آن را تقریبا" در تاریکی فرو برده است و میزان بازتاب آنها را به ۵ درصد نور خورشید کاهش داده است.

حلقه‌های اورانوس نیز مانند حلقه‌های زحل احتمالا" از ذرات یخ آب پدیدآمده و روی آنها را پوسته‌ای‌از گردزغال پوشانده‌است. حلقه‌های اورانوس بسیارباریکندوغیرازحلقهٔ‌اپسیلن Epsilon که‌پهنایش به حدود صد کیلومتر می‌رسد، پهنای بقیه از ۱۰ کیلومتر تجاوز نمی‌کند. اندازهٔ خردیزه‌های حلقهٔ‌اپسیلن بین ۳/۶ تا ۱۳ سانتی‌متر است و ذرات حلقه‌های دیگر گاه آن‌چنان خرد و ناچیزند که حتی از طول امواج رادیوئی ویجر ۲ نیز کوچکترند. دانشمندان بر این گمانند که خردیزه‌های مزبور احتمالا" در آینده به هم پیوسته و بزرگ و بزرگترخواهند شد. البته این همان چیزی است که دانشمندان در پی تحقیق و شناخت آنند تا شاید به راز آفرینش سیارات و اجرام کیهانی دست یابند و فرضیه پیدایش سیارات Planetesimal Hypothesis* را تحقق بخشند.

همان‌طوری‌که گفته شد شمار حلقه‌های اورانوس ده‌تاست و بزرگترین‌و مهمترین آنها که اپسیلن نام دارد، بیرونی‌ترین آنها را تشکیل داده و پس ازآن‌به‌ترتیب‌حلقه‌های 1986U1R، دلتا Delta، گاما Gamma، اتا Eta، بتا Beta، آلفا Alpha، 4، 5 و 6 قرار گرفته‌اند.

قمرهای 1986U8 (اوفیلیا) و 1986U7 (کوردلیا) در دو لبهٔ حلقهٔ اپسیلن جای دارند و نقش رفتگرهای حلقهٔ مزبور را بر عهده دارند.



بخشی از حلقه‌های دهگانهٔ اورانوس. حلقهٔ دهم که با شمارهٔ 1986 U1R مشخص شده به‌اندازه‌ای کم‌نور و باریک است که برای مشخص ساختن آن از یک پیکان (گوشهٔ بالا سمت چپ عکس) استفاده گردیده و شمارهٔ آن در کنار پیکان نوشته شده است.

قمرهای اورانوس Uranian Satellites

افزون‌برقمرهای‌پنجگانهٔ‌اورانوس‌که‌از دیدگاههای زمینی‌شناخته شده بودند، ویجر ۲ نیز به کشف ده قمر دیگر موفق گردید. بررسی تصویرهای مخابره شده علاوه بر قمرهای مزبور وجود حدود پانزده قمرک بسیار کوچک را که اندازه‌هایشان ظاهرا" از یک نقطهٔ نورانی تجاوز نمی‌کند نیز نشان می‌دهد. کلیهٔ قمرها و قمرکهای نویافته به مراتب کوچکتر و تاریکتر از قمرهای پنجگانهٔ شناخته شده از پیش هستند و تاریکی آنها نیز همانند حلقه‌ها احتمالا" از پوشش یک لایهٔ زغالین حاصل گردیده است.

قمرهای اورانوس کلا" از یخ آب و موادسنگی ساخته شده‌و متراکم‌ترین آنها یعنی تیتانیا Titania حدود ۶۹ درصد از آب متراکمتر است و پوک‌ترینشان که میراندا Miranda نام دارد فقط ۲۵ درصد از آب متراکمتر است.

تصاویر قمرهای پنجگانه یعنی اوبرون Oberon، تیتانیا، اومبریل Umbriel، آریل Ariel و میراندا از سطح شکافته و خردشدهٔ آنها حکایت می‌کند و نشان می‌دهد که فعالیت تکتونیکی فوق‌العاده‌ای در آنها حکمفرماست که طبعا" ناشی از اثرات جاذبه یا گرانش سیارهٔ مادر است.

* طبق این فرضیه‌که درسال ۱۹۰۴ ارائه شده، سیارات از به‌هم پیوستن و چسبیدن اجسام جامد کوچکی به‌نام خرده سیارات تشکیل یافته‌اند. م

همان طوری که اشاره شد، شمار قمرهای شناخته‌شدهٔ اورانوس پانزده عدد است که از این تعداد قمرهای پنجگانهٔ اوبرون، تیتانیا، اومبریل و آریل و میراندا قبلاً" از ایستگاههای زمینی شناسائی شده بوده و قمر ششم با ورود ویجر ۲ در تاریخ ۳۱ دسامبر ۱۹۶۵ به محدودهٔ اورانوس کشف گردید و با شمارهٔ *1985U1* مشخص شد و به دنبال آن ۹ قمر دیگر که همگی در سال ۱۹۸۶ کشف‌شده‌اند، شناسائی‌شد و به ترتیب با شماره‌های *1986U1* تا *1986 U9* نامگذاری گردید و بعدها اسامی جدیدی برای آنها انتخاب گردید که به شرح جدول زیر به آنها اشاره خواهد شد.

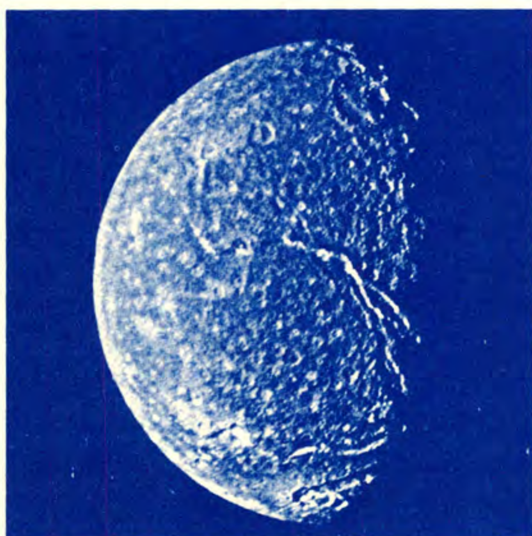
<u>مشخصات قمرهای اورانوس</u>

Characteristics of the Uranian Satellites

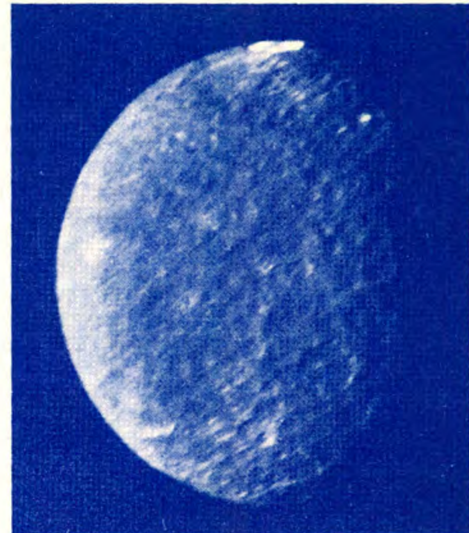
شعاع مدار گردش به *Km*	قطر به *Km*	نام جدید		نام یا شمارهٔ پیشین
		لاتین	فارسی	
۵۸۰،۱۶۰	۱،۵۵۰	*Oberon*	اوبرون	اوبرون
۴۳۳،۴۴۰	۱،۵۸۵	*Titania*	تیتانیا	تیتانیا
۲۶۴،۸۰۰	۱،۱۸۵	*Umbriel*	اومبریل	اومبریل
۱۸۹،۹۲۰	۱،۱۶۰	*Ariel*	آریل	آریل
۱۲۸،۶۴۰	۴۸۰	*Miranda*	میراندا	میراندا
۸۵،۴۹۰	۱۶۰×۱۶۸	*Puck*	پوکا	*1985 U1*
۷۴،۶۶۰	۴۸	*Belinda*	بلیندا	*1986 U5*
۶۹،۵۲۰	۴۸	*Rosalind*	روزالیند	*1986 U4*
۶۵،۷۱۰	۹۶	*Portia*	پورشیا	*1986 U1*
۶۳،۹۸۰	۸۰	*Juliet*	ژولیت	*1986 U2*
۶۲،۳۴۰	۴۸	*Desdemona*	دزدیمونا	*1986 U6*
۶۱،۳۹۰	۸۰	*Cressida*	کرسدا	*1986 U3*
۵۸،۷۵۰	۴۸	*Bianca*	بیانکا	*1986 U9*
۵۲،۹۹۰	۲۴	*Ophelia*	اوفیلیا	*1986 U8*
۴۹،۰۱۰	۱۶	*Cordelia*	کوردلیا	*1986 U7*



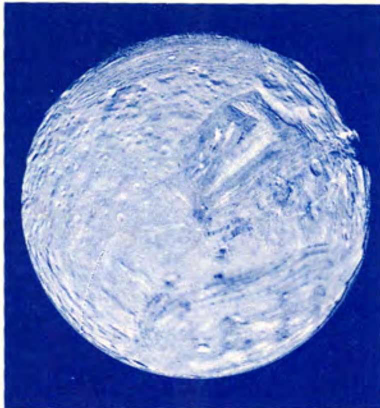
اوبرون
با قطری معادل ۱۵۵۰ کیلومتر یکی از بزرگترین قمرهای اورانوس به شمار می‌آید. در سطح این قمر کوهی به بلندی ۶،۰۰۰ متر دیده می‌شود و علاوه بر آن گودبسیار پهناوری که‌کف‌آن را پوستهٔ تیره‌ای پوشانیده است، به چشم می‌آید. آثاری‌که از جریان مواد آتشفشانی درآن دیده می‌شود، بر اثر فوران چیزی شبیه لجن پدید آمده است.



تیتانیا
بزرگترین قمر اورانوس است و قطر آن به ۱،۵۸۰ کیلومتر بالغ می‌گردد. سطح تیتانیا را که به سیاهی می گراید، گود های شهابی فراوانی پوشانیده و نشانه‌هائی از شکافها و گسلها و دره‌های ژرفی در آن به چشم می‌خورد. علاوه بر آن عوارض نسبتاً" درخشانی که با پوسته‌ای احتمالاً" از یخ آب پوشیده شده‌اند نیز در چهرهٔ قمر مزبور دیده می‌شود.



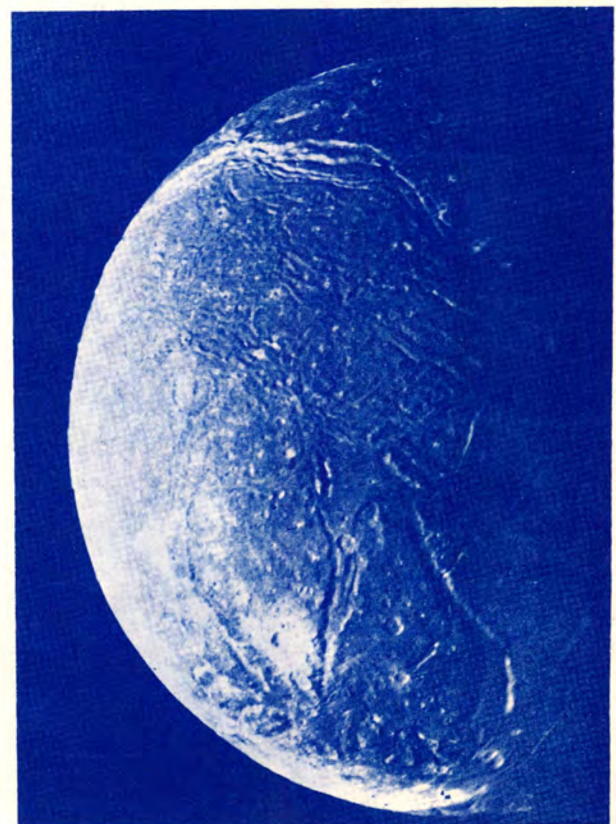
اومبریل
قمر سیه چرده‌ای است که سطح آن از گودهای شهابی فراوانی آبله‌گون شده و نسبت بازتاب آن از ۱۶ درصد نور خورشید تجاوز نمی‌کند. چگونگی لکهٔ سفیدی‌که درقسمت بالای قمر دیده می‌شود، هنوز بر دانشمندان پوشیده است.



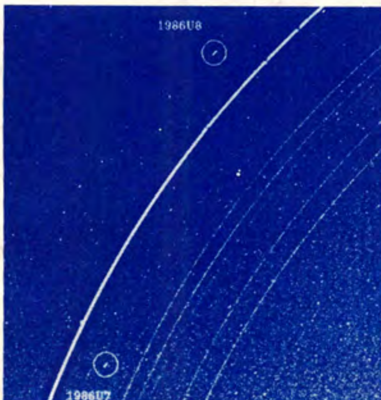
میراندا
نه تنها یکی از شگفت‌ترین قمرهای اورانوس است، بلکه عجیب‌ترین قمر منظومه شمسی نیز هست. بخشی از پوسته این قمر به شدت آبله‌گون و بس کهن است و در مقابل بخشی دیگر جوان و دارای ساختار شگفت و پیچیده‌ای است. چهرهٔ میراندا از عوارض گوناگونی آراسته شده و گسل‌ها و دره‌های ژرف و رشته‌کوههای موازی و گودهای شهابی فراوان از ویژگیهای آن است.



پوکا
نخستین قمری است که در دیدار ویجر ۲ از خانوادهٔ اورانوس کشف گردید. با وجود اینکه تصویر قمر مزبور چندان روشن و آشکار نیست مع‌الوصف نشانه‌هائی از گودهای شهابی در آن به چشم می‌خورد. پوکا را قبلا" با شمارهٔ *1985 U1* مشخص ساخته بودند.



آریل
۱،۱۶۰ کیلومتر قطر دارد، سطح آن را شبکهٔ گسترده‌ای از شکافها و دره‌های ژرف پوشانیده و گودهای شهابی فراوانی چهرهٔ آن را آبله‌گون ساخته است.



ویجر ۲ در سفر ۳ میلیارد کیلومتری خود به اورانوس، به کشف ده قمر جدید که به گرد سیارهٔ مزبور در گردش بودند، موفق گردید. در این عکس دوتا از آنها که کوردلیا و اوفیلیا نام دارند و به رفتگری لبه‌های حلقه اپسیلن مشغولند. با شماره‌های *1986U7* (کوردلیا) و *1986U8* (اوفیلیا) مشخص شده‌اند.

نپتون

NEPTUNE

امروزه برای ما زمینیان ، نپتون دیگر یک سیارهٔ آبی رنگ بی‌فروغی که در گوشهٔ دورافتاده‌ای از پهنهٔ کشور آفتاب به دور خورشید می‌گردد ، نیست . عکس‌های زنده و گویائی که از میلیاردها کیلومتر به‌وسیلهٔ ویجر ۲ به دست ما رسیده ، حکایت از دنیائی زنده و فعال دارد که سراسر آن را ابرهای توفان‌زا پوشانیده و سه حلقه و هشت قمر آن را چون نگینی در بر گرفته‌اند .

تاریخچهٔ شناخت نپتون *Observational Background*

حرکات عجیب و بی‌نظمی‌هائی که در گردش اورانوس به دور خورشید دیده می‌شود ، دانشمندان را بر آن داشت تا به وجود سیارهٔ دیگری در آن سوی مدار اورانوس پی ببرند و برای شکار هشتمین فرزند خورشید در کمین نشینند . محاسباتی که در سال ۱۸۴۵ برای تعیین موقعیت اورانوس به عمل آمد ، اختلاف شایان‌توجهی را نشان داد و موجودیت سیارهٔ هشتم را محقق ساخت .

جان‌کاوچ آدامس *John Couch Adams* انگلیسی واوربن لووریه *Urbain Leverrier* فرانسوی و گال *Galle* آلمانی در سال ۱۸۴۶ هریک جداگانه موقعیت سیارهٔ مزبور را محاسبه کردند و دوربین‌ها را برای یافتن آن روانهٔ آسمان ساختند و سرانجام سیارهٔ مورد نظر را درست در محل پیش‌بینی شده شکارکردند و آن را نپتون یا خدای‌دریاها نام نهادند.

ویلیام لاسل کمی بعد در همان سال تریتون *Triton* بزرگترین قمر نپتون را کشف نمود و جرارد کوئی‌پر در سال ۱۹۴۹ قمر دوم یعنی نرئید را شناسائی کرد و بالاخره هارولد ریتـزنا *Harold Reitsena* و همکارانش در سال ۱۹۸۱ به وجود قمر سوم پی بردند وآثاری از حلقه‌های نپتون را کشف کردند .



این هلال زیبا را ویجر ۲ در خداحافظی با نپتون به زمین مخابره کرد و به سوی مرز کشور آفتاب روان گردید .

شناسنامهٔ نپتون *Physical Data*

فاصله از خورشید	۴،۴۹۷،۰۰۰،۰۰۰ کیلومتر
مدت‌گردش‌بدورخورشید	۱۶۴ سال و ۹ ماه و ۱۸ روز
زمان چرخش محوری	۱۶ساعت و ۶ دقیقه
قطر	۴۹،۱۰۰ کیلومتر
تراکم	۱/۶ برابر آب
جرم	۱۷/۲ برابر جرم زمین
دمای سطحی	۲۰۰– درجه سانتی‌گراد
تمایل محور	۱درجه‌و۴۶دقیقه‌و۲۳/۵ثانیه
حجم	۵۷ برابر زمین
سرعت گریز	۲۵ کیلومتردرثانیه
نسبت‌بازتاب‌نورخورشید	۰/۸۴

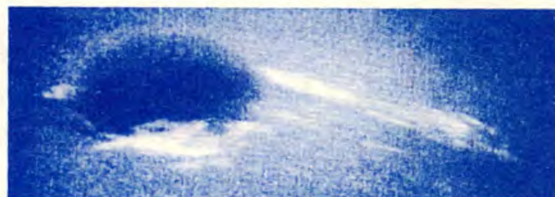
جو نپتون *Atmosphere*

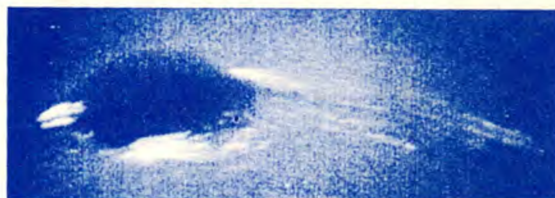
نپتون دارای جو فعالی است و سیمای نیلگون آن را سه لکهٔ دائمی روشن ودو لکهٔ تار آراسته است . بزرگترین لکهٔ نپتون که شباهت فراوانی به لکهٔ سرخ بزرگ مشتری دارد ، لکهٔ تیرهٔ بزرگ *Great Dark Spot* نام دارد که درازای آن به حدود ۱۲،۰۰۰ کیلومتر و پهنایش به هشت‌هزار کیلومتر می‌رسد . این لکه در ۲۱ درجه عرض جنوبی سیاره جای دارد و نسبت به چرخش سیاره در خلاف جهت گردش عقربه‌های ساعت گردش می‌کند . لکهٔ تیرهٔ بزرگ که به طور مختصر *GDS* نام دارد ، پیاپی تغییر شکل می‌دهد و به سوی شمال و سپس در جهت طول کشیده می‌شود و دراز و باریک‌می‌گردد . در جنوب *GDS* لکهٔ ابر سفید و روشنی به نام لکهٔ‌یکم وجود دارد که گاه جمع می‌شود و زمانی به سوی خاور و گاه به سوی مغرب حرکت می‌کند . به گمان کارشناسان لکهٔ مزبور و دیگر لکه‌های سفیدی که همواره پیرامون *GDS* جای دارند ، ابرهای بلندی هستند که حدود ۵۰ کیلومتر بالاتر از ابرهای متان نپتون قرار داشته و در پی برخورد بادهای جوی نپتون که سرشار از متان و ئیدرژن هستند با عارضه‌ای مانند *GDS* پدید آمده و به سوی بالا روان می‌گردند و بر اثر تراکم متان به‌صورت ابرهای سفید جلوه‌گر می‌شوند . ابرهای مزبور به سرعت ظاهر و به‌همان سرعت ناپدید می‌گردند و اندازه‌گیری سرعت آنها را ناممکن می‌سازند .

در مقایسه با بدنهٔ اصلی نپتون که هر ۱۶ ساعت و ۶ دقیقه یک بار به دور محور خویش می‌چرخد ، *GDS* و لکهٔ یکم با سرعت حدود ۱۵۰۰ کیلومتر در ساعت رو به باختر حرکت می‌کنند .

در جنوب GDS و عرض ۴۱ درجه جنوبی لکهٔ دیگری به نام لکهٔ دوم دیده می‌شود که در بدنهٔ اصلی نپتون جای داشته و هر ۱۶ ساعت یکبار همراه با خود سیاره به دورمحورمی‌چرخد. لکهٔ مزبوراحتمالا" بخشی از جو داغ و سوزان نپتون بوده و یا بر اثر تراکم متان‌های سطح سیاره به شکل توده ابرهای سفیدرنگ ظاهر می‌گردد. علاوه بر لکه‌های بالا درحوالی عرض ۵۱ درجه جنوبی لکهٔ تیرهٔ دیگری به چشم می‌آید که از GDS کوچکتر و تاریکتر است و به سان فواره‌ای از بدنهٔ نپتون به خارج می‌جهد و در لایه‌های فوقانی جو پخش می‌گردد. در نواحی قطبی، توده ابرهای به هم پیچیده‌ای دیده‌می‌شود که‌حول‌قطب می‌چرخند و همواره تغییر شکل‌می‌دهند. جو نپتون نیز همانند جو اورانوس سرشار از گاز متان است و به همین دلیل نور قرمز آفتاب را جذب کرده و در مقابل نور آبی را بر جو سیاره حاکم می‌سازد.

یکی از مهمترین مسائلی که پیش روی دانشمندان قرار دارد، چگونگی جو فعال سیاره‌ای چون نپتون است که در فاصله‌ای اینچنین دوراز‌خورشید قرارگرفته‌وپرسش‌های‌فراوانی را مطرح ساخته‌است. تحقیق در زمینه‌این‌گونه مسایل طبعا" راهگشای معماها و پرسش‌های فراوانی است که در سرتاسر منظومهٔ شمسی مطرح است.







لکهٔ‌تیرهٔ‌بزرگ (GDS) همراه با ابرهای پیرامون خود با سرعت حدود ۱۵۰۰ کیلومتر در‌ساعت رو به باختر حرکت‌می‌کندوبه‌سرعت تغییر شکل می‌دهد. این عکس‌ها که در فاصله زمانی ۳۶ ساعت گرفته شده‌اند، تغییرات GDS و لکه ابرهای پیرامون آن را نشان می‌دهد.

مغناطکرهٔ نپتون
Neptune's Magnetosphere

یکی از ویژگیهای نپتون شکل پیچیدهٔ مغناطکرهٔ‌آن است. بررسی‌های مقدماتی گویای آن است که نپتون در مقایسه با دیگر غولهای منظومهٔ خورشیدی از میدان‌مغناطیس ضعیف‌تری‌برخوردار است و پلاسمای‌مغناطکرهٔ آن از یون‌های ئیدرژن و هلیوم و نیتروژن تشکیل یافته است. ازآنجائی‌که بزرگترین قمر نپتون یعنی تریتون همواره درون مغناطکره داخل شده و از آن‌خارج‌می‌گردد، لذا میدان‌مغناطیسی مادر خویش را به پیچیدگی‌واداشته و به بررسی ژرف و درازمدتی نیازمند ساخته‌است.

آنتن‌های ویجر ۲ صداهای انفجار مانندی را ضبط و به زمین فرستاده که از نپتون یا یکی از جرم‌های نزدیک آن تولید می‌گردد. قرائن نشان می‌دهد که وضع مغناطیسی نپتون همانندی فراوانی با اورانوس دارد و محورهای مغناطیس و چرخش‌آن حدود ۵۰ درجه اختلاف دارند، علت اختلاف‌چشمگیر محورهای‌مزبور را می‌توان‌به جابه‌جائی قطبهای مغناطیسی نپتون محتمل دانست. بهرحال مسائلی از این‌گونه هنوز بدون پاسخ‌مانده و به بررسی عمیق‌تری نیازمند است.

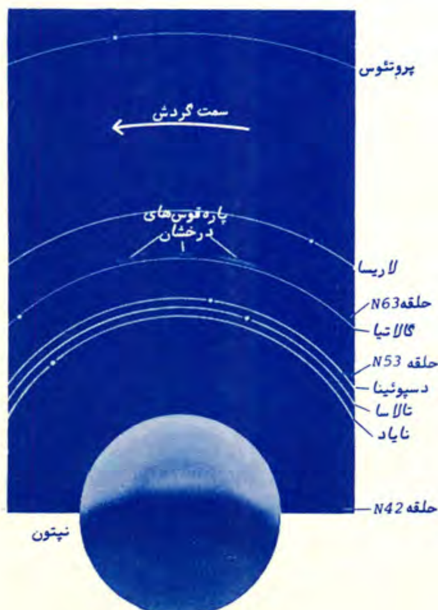
حلقه‌های نپتون
Neptune's Rings

پیرامون نپتون را سه حلقهٔ کامل فرا گرفته است. حلقهٔ بیرونی که از پاره قوس‌های درخشانی پدید آمده است‌با‌شمارهٔ N63 مشخص گردیده و حلقهٔ بعد را که درون آن قرار دارد N53 می‌نامند. حلقهٔ سوم را که با پهنای حدود ۲۵۰۰ کیلومتر درون حلقهٔ دوم جای گرفته با شمارهٔ N42 نشانه‌گذاری کرده‌اند.

قمرهای گالاتیا Galatea و دسپوئینا Despoina در لبهٔ حلقه‌های N63 و N53 قرار داشته‌و نقش‌رفتگر حلقه‌های مزبور را بر عهده دارند.

پاره قوس‌های درخشان حلقه بیرونی N63 ازوجوداحتمالی قمرک‌ـ های کوچکی به قطر ۱۰ تا ۱۵ کیلومتر حکایت می‌کند و بخش‌های دیگرآن که فاقد درخشندگی بوده و به ریسمان باریکی می‌ماند، ازغبار و ذرات ریز تشکیل یافته است البته، این پندار چندان‌قطعی نیست‌وبالطبع بررسی‌ـ های بیشتری را ایجاب می‌کند.

مشاهدات ویجر نشان می‌دهد که از حد فاصل میان حلقه‌های‌اول و دوم تا سیاره‌را دیسک‌غبارین‌نازک‌وپهناوری‌بنام سینی‌نپتون Neptune's Plateau پوشانیده است. انبوهش سینی مزبور بسیار ناچیز بوده و از ذرات بسیار ریز تشکیل یافته است.



حلقه‌ها و قمرهای نپتون

قمرهای نپتون

Neptune's Satellites

دوتا از قمرهای نپتون به نام نرئید و تریتون قبلا" از دیدگاههای زمینی کشف گردیده بودند و شش‌تای دیگر را ویجر ۲ به آنها افزود و بدینسان وجود هشت قمر را در پیرامون نپتون محقق ساخت.

نرئید، بیرونی‌ترین قمر نپتون در فاصلهٔ ۵،۵۱۱،۰۰۰ کیلومتری سیاره درگردش است و درونی‌ترین آنها که نایاد نام دارد با نپتون ۴۸،۲۰۰ کیلومتر فاصله دارد و شش قمر بزرگ و کوچک همراه با حلقه‌های *N63* و *N53* و همچنین سینی‌نپتون در میان آنها جای‌گرفته و سومین و درونی‌ترین حلقه یعنی *N42* بین نایاد و نپتون واقع شده است.

تریتون با قطری معادل ۲،۷۲۰ کیلومتر که کمی از ماه زمین کوچکتر است از میان قمرهای نپتون بزرگترین و نایاد با قطر ۵۰ کیلومتر کوچکترین قمر نپتون به شمار می‌آیند.

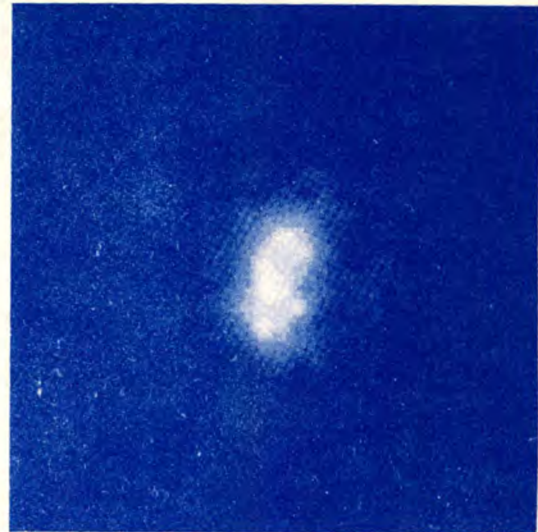


بطوریکه دیده می شود حلقهٔ بیرونی یا *N 63* از سه‌پاره‌قوس روشن تشکیل یافته‌و حلقهٔ *N 53* که‌به‌رشتهٔ باریکی شبیه است، حلقه‌ای است کامل و یکنواخت. بخشی از حلقهٔ *N 42* که به یک دیسک حلقوی غبارین شباهت دارد نیز در این عکس دیده‌می‌شود.

مشخصات قمرها و حلقه‌های نپتون

Characteristics of Satellites & Rings

نام یا شمارهٔ پیشین	نام جدید: فارسی	نام جدید: لاتین	قطر به Km	شعاع مدار گردش به Km	ملاحظات
نرئید	نرئید	Nereid	۳۴۰	۵،۵۱۱،۰۰۰	مدار خارج از مرکز
تریتون	تریتون	Triton	۲،۷۲۰	۳۵۴،۰۰۰	گردش پس‌رونده
1989 N1	پروتئوس	Proteus	۴۰۰	۱۱۷،۶۰۰	مدار استوائی
1989 N2	لاریسا	Larissa	۲۰۰	۷۳،۶۰۰	مدار استوائی
1989 N1R	حلقهٔ N63	Ring N63	۱۷	۶۳،۰۰۰	حلقهٔ باریک و سه پاره قوس درخشان
1989 N4	گالاتیا	Galatea	۱۶۰	۶۲،۰۰۰	مدار استوائی
سینی نپتون	سینی نپتون	Plateau	۴،۰۰۰	۵۸،۰۰۰	دیسک حلقوی دانه ریز
1989 N2R	حلقهٔ N53	Ring N53	۱۷	۵۳،۰۰۰	حلقهٔ باریک غبارین
1989 N3	دسپوئینا	Despoina	۱۴۰	۵۲،۵۰۰	مدار استوائی
1989 N5	تالاسا	Thalassa	۹۰	۵۰،۰۰۰	مدار استوائی
1989 N6	نایاد	Naiad	۵۰	۴۸،۲۰۰	انحراف مدار، ۴/۵ درجه
Fuzzy	حلقهٔ N42	Ring N42	۲،۵۰۰	۴۲،۰۰۰	دیسک حلقوی غبارین



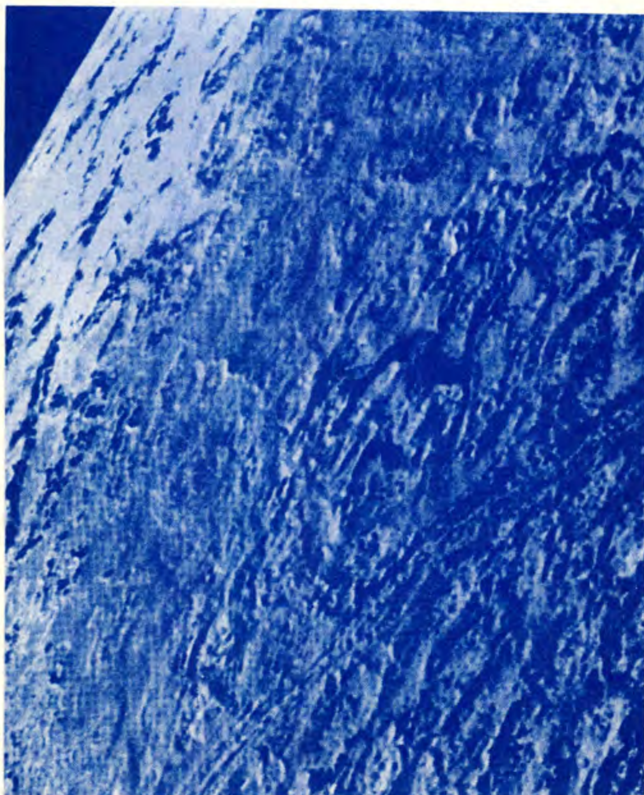
نرئید
دورافتاده‌ترین قمر نپتون است که در سال ۱۹۴۹ بوسیلهٔ جرارد کوئی‌پر کشف گردید. تصویر واضح و روشنی به جز این عکس‌که توسط‌ویجر ۲ از فاصلهٔ بسیار دور گرفته شده ، در دست نیست. قطر نرئید ۳۴۰ کیلومتر و فاصلهٔ آن از نپتون ۵،۵۱۱،۰۰۰ کیلومتر است.

تریتون

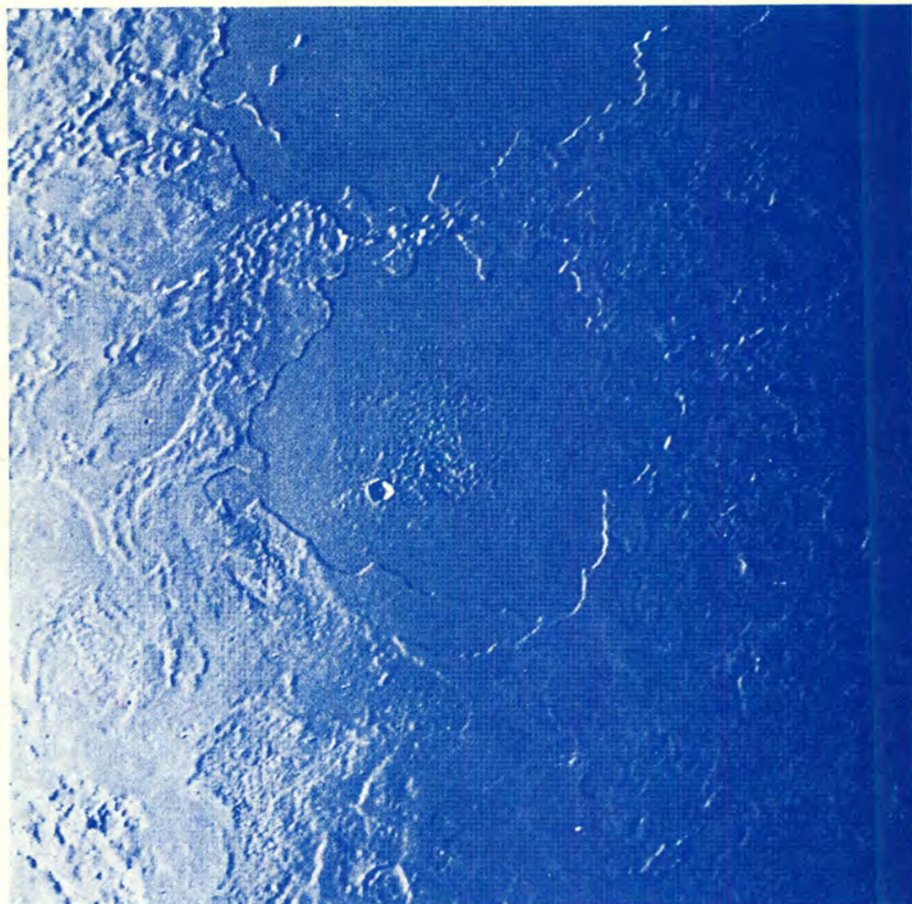
TRITON

این قمر که در سال ۱۸۴۶ به وسیلهٔ ویلیام لاسل کشف گردیده و از ماه زمین کمی کوچکتر است ، سیمائی بس پیچیده و بغرنج دارد. سطح آن که از برف و یخ پوشیده شده ، از زمان پیدایش تاکنون ظاهرا" دستخوش دگرگونی نشده است ، تریتون قمر شگفتی است ، زیرا برعکس دیگر قمرهای منظومهٔ خورشیدی حرکت پس‌رونده دارد و خلاف جهت چرخش نپتون گردش می‌کند و مدار آن نسبت به سطح نیمگان نپتون متمایل است. از سوی دیگر همانندی فراوان تریتون و پلاتو *Plato* ، نهمین و دورافتاده‌ترین فرزند خورشید ، این‌گمان را مطرح ساخته که حدود ۴/۵ بیلیون سال پیش، سیارات دوردست منظومهٔ خورشیدی یعنی اورانوس و نپتون ، هزاران جرم یخ بستهٔ شبیه تریتون و کوچکتر از آن را به دام انداخته و به کام خویش فرو برده‌اند و بر جثه خود افزوده و به اندازهٔ امروزی رسیده‌اند. ازمیان جرم‌های مزبور ، دوتای آنها یعنی تریتون و پلوتو موفق به فرار شدند و موجودیت خود را به دلیل فاصله نسبتا" زیادشان از نپتون حفظ کردند. اما چون تریتون به نپتون نزدیکتر بود ، به صورت یکی از قمرهای نپتون درآمد ، شاید هم به مرور به مادر خود نزدیکتر شده و سرانجام روزی در کام آن فرو رود و اثری از آن به جای نماند.

جرم تریتون $۲۱/۳ \times ۱۰^{۲۱}$ کیلوگرم و قطر آن ۲،۷۲۰ کیلومتر و چگالی متوسط‌آن ۲/۰۳ گرم در سانتی‌مترمکعب یا کمی بیش از دو برابر آب است. تریتون از یخ و سنگ‌ساخته‌شده و کلاهک‌قطب جنوب‌آن پوشیده از یخ نیتروژن است. پوشش یخی تریتون تقریبا" $\frac{۳}{۴}$ نیمکرهٔ جنوبی را در بر گرفته و نسبت بازتاب آن را بالا برده است. در بخش نیمگانی تریتون شیارها و عوارض دره مانندی به چشم می‌آید و ارتفاعات نه چندان بلندی در آن وجود دارد. بخش وسیعی از پوستهٔ تریتون را لایهٔ نسبتا" نازکی شبیه‌تفتال‌های آتشفشانی پوشانیده‌و درگوشه و کنار آن آثاری‌از بمباران‌های شهابی دیده می‌شود. البته فعالیتهای آذرین تریتون ، هیچگونه شباهتی به فعالیتهای آتشفشانی زمین ندارد ، بلکه تفتال‌های آن از گونه‌ای لجن ساخته شده که از بخش‌های درونی سیاره به بیرون جهیده‌و پیش‌از انجماد در سطح گسترده‌ای پخش گردیده است. سطح تریتون به شدت سرد است و دمای آن از حدود ۳۷ درجه کلوین تجاوز نمی‌کند. تریتون از جو رقیقی که عمدتا" از نیتروژن و کمی گاز متان تشکیل یافته ، برخوردار است و فشار آن از ده میکروبار تجاوز نمی‌کند.



تریتون
دارای پوستهٔ یخ بسته و فعالی است و رنگ کلاهک قطب جنوب آن به رنگ صورتی متمایل است. چهرهٔ تریتون چندان آبله‌گون نیست و از بمباران‌های شهابی نشانه‌های کمی دارد و پوسته جوانی را مجسم می‌سازد.



در سطح تریتون نشانه‌های نسبتا" فراوانی از فعالیتهای آذرین به چشم می‌خورد. در این عکس بخشی از کوهها و بلندیهای قمر مزبور دیده می‌شود. دشت هموار و مسطحی که در وسط عکس جای دارد و دریای یخ نامیده می‌شود، از سرگذشت پیچیده و بغرنج این قمر حکایت دارد.



پروتئوس
دومین قمر بزرگ نپتون از جمله قمرهائی است که به وسیلهٔ ویجر ۲ کشف گردید. به‌طوری‌که دیده می‌شود سطح قمر مزبور که به شدت یخ‌بسته و تیره رنگ است، تحت تأثیر بمبارانهای شهابی قرار داشته و نسبت بازتاب آن از ۶ درصد تجاوز نمی‌کند. پروتئوس هر ۲۷ ساعت یکبار به دور نپتون می‌گردد.

گالاتیا در لبهٔ داخلی حلقهٔ *N63* جای گرفته و رفت و روب خرده‌ریزه‌های حلقهٔ مزبور را بر عهده دارد.

دسپوئینا نیز مانند گالاتیا در لبهٔ داخلی حلقهٔ *N53* واقع شده و رفتگر حلقهٔ مزبور محسوب می‌شود. تالاسا و نایاد قمرهای کوچکی هستند که قطرشان به ترتیب ۹۰ و ۵۰ کیلومتر است و هردو ازجمله قمرهای نویافته به شمار می‌آیند. یکی از ویژگیهای نایاد آن است که سطح مدار گردش آن نسبت به سطح استواء نپتون ۴/۵ درجه منحرف است و از این بابت با دیگر قمرهای نپتون غیر از تریتون متفاوت است.

پلوتو

PLUTO

کشف نپتون درسال ۱۸۴۶ سرزمین خورشید را تا شعاع ۴۵۰۰ میلیون کیلومتر وسعت بخشید و در پی آن این پرسش به میان آمد که آیا مدار نپتون را باید مرز پایانی کشور آفتاب بشمار آورد و یا این که سیاره یا سیارات ناشناخته دیگری به دور از چشم زمینیان در آن سوی نپتون همچنان وجود دارند؟ این پرسش با اختلالاتی که در مدار سیاره‌های اورانوس و نپتون احساس می‌گردید، بیشتر خودنمائی می‌کرد و دیدگان کنجکاو زمینیان را به کاویدن آسمانها برمی‌انگیخت. شکل مدار پاره‌ای از دنباله‌داران نیز بر این گمان نیرو می‌بخشید و ستاره شناسان را آزمندانه به محاسبه و تعیین موقعیت سیاره یا سیارات مجهولی برمی‌انگیخت. محاسبات اولیه به‌وسیله پرسی وال لوول Percival Lowell انجام یافت، و جستجو برای یافتن سیاره مجهول آغاز گردید، ولی تا سال ۱۹۱۶ که لوول جهان را بدرود گفت، نشانه‌ای از سیاره مزبور بدست نیامد.

جستجوی آسمان به‌وسیله میلتون هوماسون Milton Humason عضو رصدخانه مونت ویلسون Mount Wilson بر پایه محاسباتی که به‌وسیله ویلیام پیکرینگ William Pickering انجام یافته بود نیز بی‌نتیجه ماند و ناچار کاوش برای چند سال متوقف گردید.

درسال ۱۹۲۹ گروهی به سرپرستی وستو اسلیفر Vesto Slipher ستاره شناس رصدخانه لوول به پی‌گیری موضوع کمر بستند و ستاره‌شناس آماتوری نیز بنام کلاید ویلیام تامباو Clyde William Tombaugh در این جستجوها شرکت جست. تامباو در ژانویه ۱۹۳۰ به عکسبرداری از ستارگان صورت فلکی دو پیکر یا جوزا Gemini پرداخت و با تکرار آن به‌مدت یک‌ماه و مقایسه عکس‌ها با یکدیگر، بالاخره به‌کشف سیاره‌ای جدید که آن را پلوتو نامیدند (پلوتو در اساطیر روم باستان به معنی خدای مرگ و فرمانروای جهان مردگان است) نائل آمد.

روشی که به‌وسیلهٔ تامباو بکار گرفته شد، بدینگونه بود که عکس‌های بخش معین و ثابتی از آسمان را طی دو شب پیاپی با یکدیگر مقایسه می‌کرد. بدیهی است که ستارگان در جای خود ثابت می‌بودند و سیاره به‌صورت نقطه‌ای متحرک خودنمائی می‌کرد. محاسبات بعدی نشان داد که مدار سیاره مزبور دورتر از نپتون قرار گرفته و احتمالا" آخرین سیاره منظومه خورشیدی محسوب می‌گردد. مشاهدات و بررسی‌ها همچنین نشان داد که اولا" پلوتو یک سیاره غول‌پیکر نیست، بلکه حتی از زمین هم کوچک‌تر است و نمی‌تواند در حرکات مداری سیارات غول‌پیکری چون نپتون و اورانوس اثر گذارد. دوم آن‌که میزان خارج از مرکزی مدار آن به حدی است که در موقعیت پری‌هلیون به مدار نپ‌تون نزدیک گردیده و حتی از آن هم می‌گذرد، ولی از آنجائی که سطح مدار آنها نسبت به یکدیگر متمایل است لذا خطر برخورد آن دو را تهدید نمی‌کند.

بطورکلی میانگین فاصله پلوتو از خورشید ۵،۹۰۰ میلیون کیلومتر است که تا ۷۳۷۵ میلیون کیلومتر در افلیون و ۴۴۲۵ میلیون کیلومتر در پری‌هلیون در نوسان می‌باشد و مدت گردش آن به دور خورشید ۲۴۸ سال به درازا می‌کشد. (زمان پری هلیون بعدی پلوتو، سال ۱۹۸۹ خواهد بود)

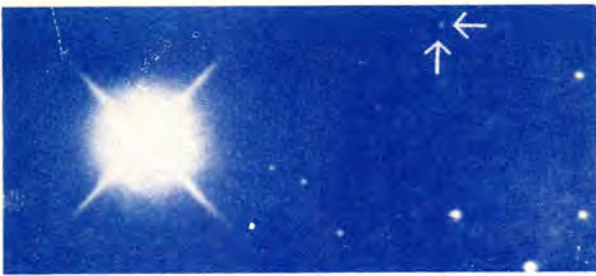
دوری بسیار زیاد پلوتو از خورشید و کوچکی زاویه دید آن، اندازه‌گیری قطر سیاره مزبور را بسیار دشوار ساخته و مسئله شناخت و چگونگی آن را همچنان در هاله‌ای از ابهام قرار داده است.

کشف کرون

Discovery of Charon

یکی از شیوه‌های اندازه‌گیری قطر سیارات، نشانه‌روی به‌آنها درزمانی است که ستاره‌ای در پشت آنها قرار گیرد و باصطلاح عمل استتار Occulation صورت پذیرد. ولی پلوتو به اندازه‌ای کوچک است و به‌قدری آرام حرکت می‌کند که قرار گرفتن ستاره‌ای در پشت آن بسیار بندرت روی می‌دهد. عکس‌هائی که طی سال‌های اخیر در رصدخانه نیروی دریائی آمریکا واقع در فلگ استف Flagstaff برداشته شده و مورد مطالعه دقیق قرار گرفته‌است، نشان می‌دهد که پلوتو جرم کروی قرینه‌ای نیست و به‌نظر می‌رسد که گوشه‌ای از آن متورم گردیده است.

جیمز کریستی James Christy یکی از ستاره‌شناسان رصدخانه مزبور طی بررسی‌هائی نتیجه‌گیری کرد که اماس پلوتو بایستی به قمر نسبتا" بزرگی که درفاصله نزدیکی به‌دور سیاره گردش می‌کند، مربوط باشد. مدت‌ها موجودیت قمر مزبور که آن را پیشاپیش کرون Charon نامیده بودند، همچنان در شک و یقین باقی‌بود، تا این‌که ستاره‌شناسان فرانسوی رصدخانه



کلاید تامباو در مارس ۱۹۳۰ پلوتو را کشف کرد. این سیاره به‌شکل نقطه کوچک و کم‌نوری در عکسهای آسمان خودنمائی می‌کند. حرکت نقطه‌مزبور درمقایسه با دیگر نقاط درخشان آسمان تامباو را در کشف پلوتو یاری‌کرد. در این‌عکس پلوتو به وسیله دو پیکان کوچک‌مشخص شده و جرم نورانی بزرگ متعلق به ستاره دلتا از صورت‌فلکی دوپیکر یا جوزا است.

مائوناکه Mauna Kea به تهیه عکسی که آن دو را جدا از یکدیگر نشان می‌داد، موفق گردیدند.

با قطعیت یافتن موجودیت کرون، برآورد جرم هردو کره یعنی مادر و فرزند میسر گردید و معلوم شد که قطر پلوتو حدود ۲۴۰۰ کیلومتر و قطر کرون چیزی برابر ۸۰۰ کیلومتراست. پلوتو و کرون که فاصله میان سطح آنها حدود ۱۷،۰۰۰ کیلومتر است، آنقدر کوچکند که جرمشان رویهمرفته از $\frac{۱}{۵}$ جرم ماه تجاوز نمی‌کند.

کرون طی ۶ روز و ۷ ساعت و ۱۲ دقیقه یک‌بار به دور پلوتو می‌گردد و پلوتو نیز طی همین مدت یک‌بار گرد محور خویش به چرخش درمی‌آید و از این‌بابت جفت منحصر بفردی را در خانواده خورشید تشکیل می‌دهند. از چگونگی و ساختمان این مادر و فرزند عجیب آگاهی بس اندکی داریم. بررسی‌های طیفی نشان می‌دهد که سطح پلوتو و شاید هم کرون از متان منجمد پوشیده شده. خورشید از پلوتو هزاربار ضعیف‌تر از زمین می‌نماید. و این دنیای دوردست به اندازه‌ای سرد است (حدود ۴۳ کلوین یا ۲۳۰- درجه‌سانتیگراد) که بیشتر گازهای احتمالی آن به‌حالت انجماد درآمده‌اند.

منشاء پلوتو

Origin of Pluto

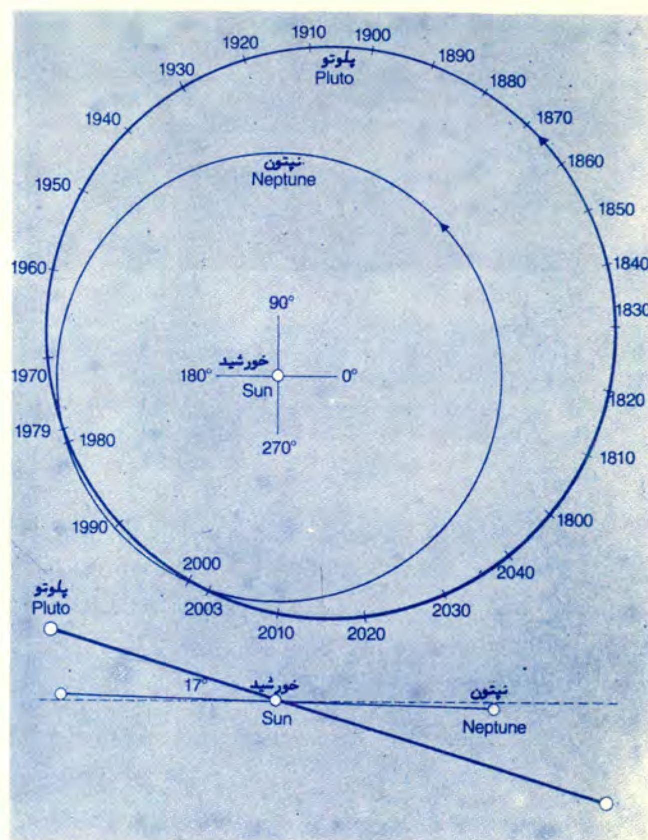
پلوتو با جرم کوچک خود نمی‌تواند سیاره مجهول پرسی وال لوول باشد، زیرا اثرات این سیاره بر روی نپتون و اورانوس به اندازه‌ای ناچیز است که با نبود آن برابر است، پلوتو را می‌توان یکی از قمرهای دیرین نپتون پنداشت که عنان از دست مادر ربوده و با گردش به دور خورشید، خود خانواده مستقلی را تشکیل داده است. گردش پس روندهٔ تری تون (قمر نپتون) شاید با این مسئله بی‌ارتباط نباشد.

به گمان دیگر، احتمالا" پلوتو یکی از سیارکان دوردست منظومه خورشیدی است. کشف سیارک کیرون Chiron در سال ۱۹۷۷ بوسیله چارلز کوال را که بین مدارهای کیوان و اورانوس گردش می‌کند، می‌توان گواهی بر این باور به شمار آورد.

سیارهٔ‌مجهول (X)

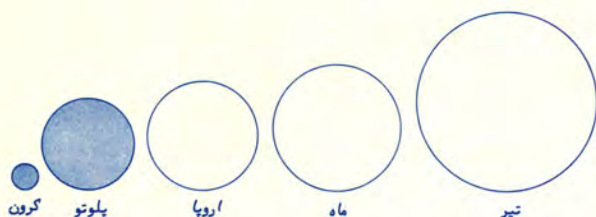
Planet X ?

چنانچه پلوتو سیاره مورد نظر لوول نباشد، قاعدتا" سیاره دیگری که فعلا" آن را سیاره مجهول می‌نامند بایستی همچنان کشف نشده باقی‌مانده



مدار پلوتو وسیع‌ترین، خارج از مرکزی‌ترین و متمایل‌ترین مدار شناخته شده در منظومه خورشیدی است. خارج از مرکزی مدار پلوتو به‌اندازه‌ای است که گاه مدار نپتون را در می‌نوردد و بعد از اورانوس در ردیف هشتمین سیاره منظومه خورشیدی جای می‌گیرد.

باشد. کلاید تامباو در سال ۱۹۳۰ پلوتو را کشف کرد، وی حدود ۹۰ میلیون ستاره آسمان را برای این منظور دقیقا" زیر نظر گرفت، ولی جز پلوتو سیاره دیگری را در آن سوی مدار نپتون پیدا نکرد. بررسی‌ها و کاوش‌های سال‌های اخیر، بی‌نظمی‌ها و اختلالات غیر قابل توصیفی را در حرکات مداری اورانوس و نپتون مطرح می‌سازد، که شاید به‌وجود سیاره ناشناخته دوردستی مربوط باشد. (پاره‌ای کارشناسان بر این گمانند که اختلالات مزبور ناشی از جفت بی‌فروغ (تاریک) خورشید*بوده و یا با پدیده‌ای بنام سیاه چاله *Black Hole* در ارتباط می‌باشد) متأسفانه پی‌گیری سیاره‌ای که موقعیت آن معلوم نیست، کار بسیار مشکلی است. شاید فضاناوهای پایونیر ۱۰ و ۱۱ که هم‌اکنون از دو سوی مخالف پهنهٔ منظومه خورشیدی را درمی‌نوردند، به این معما کمک کنند. بدیهی است چنانچه موجودیت سیاره مجهول را محتمل بدانیم، در این حال پلوتو از مرزنشینی کشور آفتاب به درون خواهد خزید و در جایگاه سیارکی دوردست منزل خواهد گرفت.**



تا آنجائی‌که می‌دانیم، پلوتو کوچکترین سیاره منظومه خورشیدی است و با قطری برابر ۲۰۴۰ کیلومتر حتی از ماه زمین نیز به مراتب کوچکتر است.

شناسنامهٔ پلوتو و کرون — *Physical Data*

	پلوتو	کرون
کاشف	تامباو	کریستی
سال کشف	۱۹۳۰	۱۹۷۸
قطر	۲۴۰۰ کیلومتر	۸۰۰ کیلومتر
پختی	؟	؟
جرم	$6/6 \times 10^{23}$ کیلوگرم	؟
حجم	۰/۰۱ برابر زمین	؟
چگالی	۴/۷ برابر آب	؟
گرانش سطحی	۰/۲۰ برابر زمین	؟
سرعت گریز	۷/۷ کیلومتر در ثانیه	؟
چرخش استوائی	۶/۳ روز	۶/۳ روز
میل محور	حدود ۵۰ درجه	؟
نسبت بازتاب	۰/۵	۰/۵

دنباله‌داران

COMETS

دنباله‌داران را در حقیقت بایستی آوارگان خانواده خورشیدی بشمار آورد. اجرام مزبور برخلاف ظاهر چشمگیر و فریبنده خود، از اهمیت آنچنانی برخوردار نیستند و در مقایسه با پیکر سیارات، جرم‌های ناچیزی محسوب می‌گردند.

دنباله‌داران تابناک را در روزگار گذشته، پیشروان و منادیان شر و بدبختی بشمار می‌آوردند و گاه آنها را نشانه‌ای از تهدید و عذاب الهی می‌دانستند. این‌گونه اندیشه‌ها حتی در آثار نویسندگان بزرگی چون ویلیام شکسپیر *William Shakespear* به‌چشم می‌خورد و اندیشمندی چون

---

* به گمان پاره‌ای کارشناسان خورشید نیز همانند بسیاری از ستارگان دیگر یک ستارهٔ دوتائی است، با این تفاوت که جفت خورشید فاقد نور بوده و در مداری دورتر از پهنه منظومه خورشیدی به دور خورشید در گردش است. البته این گمان هنوز تأیید نشده و مورد پذیرش اکثریت دانشمندان قرار نگرفته است. م

** اگر سرعت گریز ستاره‌ای مانند یک ستاره نوترونی به سرعت نور برسد، چنین ستاره‌ای کاملا" نامرئی خواهد بود بدیهی است ماده می‌تواند بر این ستاره سقوط کند ولی نمی‌تواند از چنگ آن بگریزد. چنین شیئی را سیاهچاله می‌نامند. م

ویلیام ویستون William Whiston را بر این گمان می‌دارد که زمین سرانجام روزگاری در برخورد با یک دنباله‌دار متلاشی و نابود خواهد شد.

پندارهائی از این‌گونه را حتی در افکار مردمان عصر ما نیز می‌توان دید. واکنش مردم کشورهای عرب درگیر جنگ با اسرائیل را نسبت به دنباله‌دار درخشان بنت Bennett که در سال ۱۹۷۰ در آسمان آشکار گردید، فراموش نکرده‌ایم و بخاطر داریم که این جرم بی‌آزار و زیبا را چگونه جزو جنگ‌ـ افزارهای مخوف محسوب می‌داشتند و آن را تهدیدی از سوی اسرائیل بشمار می‌آوردند.*

زمین چندین‌بار بدون آن‌که آسیبی به آن برسد، از میان دنباله این اجرام عبور کرده و حتی اگر روزی با هسته بزرگترین دنباله‌داران برخورد نماید، به احتمال قوی آسیب آن از یک ویرانی موضعی بیشتر نخواهد بود. در عین حال برخورد دنباله‌داری را که در سال ۱۹۰۸ به ویرانی ناحیه تونگوسکا Tunguska واقع در سیبری انجامید نیز از نظر نباید دور داشت. شاید هم برخورد جدی دنباله‌داری در روزگاران گذشته، تحولات و دگرگونی‌های شگرفی را موجب شده و آثار دهشتناک ناشناخته‌ای را از خود به‌جای گذارده باشد.

مدار دنباله‌داران — *The Orbits of Comets*

دنباله‌داران اجرامی هستند که به دور خورشید گردش می‌کنند و مدار آنها کاملا" به یک بیضی کشیده نزدیک است. این اجرام نور خورشید را منعکس می‌سازند و به‌ویژه در موقعیت پری هلیون گاه آنچنان درخشان می‌گردند که به‌نظر می‌رسد خود گسیل‌دارندهٔ نورند. دنباله‌داران هنگامی آشکار می‌شوند که به زمین و خورشید نزدیک گردند، اما دنباله‌دارانی نیز وجود دارند که حتی در آن‌سوی مدار مشتری‌نیزخودنمائی می‌کنند. پاره‌ای از دنباله‌داران به اندازه‌ای از زمین دورند که یا هنوز شناخته نشده‌اند و یا تاکنون یک دور گردش آنها محاسبه و پیش بینی نگردیده است و یا اینکه آنچنان از زمین دورند که یک دور گردش آنها چند صد سال و حتی هزاران سال به درازا می‌کشد و پاره‌ای نیز فقط برای کوتاه زمانی که از چند هفته تا چند ماه تجاوز نمی‌کند، در آسمان زمین خودنمائی کرده و با دور شدن از زمین به اعماق فضا روان می‌گردند و از نظرها ناپدید می‌شوند.

در مقابل این گروه، دنباله‌داران دیگری یافت می‌گردند که یک دور گردش آنها از چند سال بیشتر نیست. از جمله این‌گونه دنباله‌داران، دنباله‌دار انکه Encke را می‌توان نام برد که یک دور گردش آن ۳/۳ سال به درازا می‌کشد. این‌گونه دنباله‌داران که از نظر مسیر و مدت گردش کاملا" شناسائی شده‌اند، معمولا" به اندازه‌ای کم‌سو هستند که غالبا" با چشم غیر مسلح دیده نمی‌شوند.

ترکیب دنباله‌داران — *The Composition of Comets*

دنباله‌داران بزرگ از یک هسته Nucleus که بیشتر جرم به آن تعلق یافته است، یک گیسو Coma و یک یا چند دنباله Tail تشکیل یافته‌اند. گیسو از ذرات ریزی که عمدتا" یخ هستند، پدید آمده و دنباله به دو نوع غبارین Dusty و گازی تقسیم می‌گردد. دنباله گازی معمولا" به خط مستقیم خودنمائی می‌کند. درحالیکه دنباله غبارین غالبا" پریشان و یا خمیده است. پاره‌ای دنباله‌داران، هم دارای دنباله غبارین هستند و هم از دنباله گازی بهره‌مندند.

دنباله غبارین، همانطوری که از نام آن پیداست از ذرات غبارآلوده به یخ تشکیل یافته که با تبخیر یخ پاک و تابناک جلوه‌گر می‌شوند. اندازه غبار این‌گونه دنباله‌ها که احتمالا" از سیلیکاتها پدید آمده‌اند، حدود یک میکرون است.

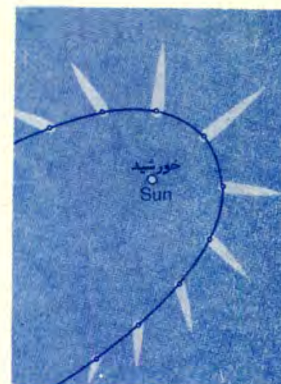
دنباله‌های گازی از یون‌هائی مانند CO^+، N_2^+ و CO_2^+ تشکیل یافته که تحت تاءثیر باد خورشیدی از عقب جرم به بیرون رانده شده و معمولا" از خورشید دور می‌گردند. متأسفانه تاکنون هسته دنباله‌داران به درستی تجزیه‌نگردیده، شاید هم از کلوخ‌های یخ پدید آمده‌باشند. نخستین آگاهی مثبت، زمانی بدست خواهد آمد که کاوش‌های فضائی سال ۱۹۸۶ در زمینه شناسائی نزدیک دنباله‌دار هالی با موفقیت انجام شود.**

دنباله‌داران دوردست که در ژرفنای کشور آفتاب در گردشند، فاقد دنباله هستند. با نزدیک گردیدنشان به خورشید و دریافت دما، رویش دنباله آنها به‌تدریج آغاز می‌گردد و پس از عبور از پری‌هلیون مدارخویش به‌مرور از طول آن کاسته می‌شود و سرانجام زمانی‌که دوباره دردوردست‌ها قرار می‌گیرند، دنباله خود را از دست می‌دهند. بسیاری از دنباله‌داران کوچک و همچنین دنباله‌داران کوتاه دوره (دنباله‌دارانی که دوره گردش کوتاهی دارند) فاقد دنباله قابل ملاحظه‌ای هستند.

دنباله‌دارانی که در هر بار گردش و قرار گرفتن در پری هلیون، مواد خود را از دست بدهند، قاعدتا" جزو دنباله‌داران کوتاه دوره بشمار می‌آیند. این‌گونه دنباله‌داران معمولا" پس از چند بار گردش، عمرشان بسر می‌رسدومتلاشی و نابودمی‌گردند. بطورنمونه‌دنباله‌دار بیلا Biela که هر ۶/۷۵ سال یکبار به دور خورشید می‌گردید، در پری‌هلیون سال ۱۸۴۵ به دو پاره شد و در خودنمائی سال ۱۸۵۲ به یک دنباله‌دار دوقلو مبدل گردید و بعد از آن دیگر هرگز دیده نشد. دنباله‌دار انسور Ensor نیز هنگامی‌که در سال ۱۹۲۵ به خورشید نزدیک می‌شد، به‌مرور تحلیل‌رفت و پیش از رسیدن به پری‌هلیون ناپدید گردید. گمان می‌رود که دنباله‌داران کوتاه دوره، مواد تشکیل دهندهٔ دنباله خویش را در هر بار گردش به‌دور خورشید به‌مرور از دست می‌دهند و بدینسان به دیار مرگ و نیستی رهسپار می‌گردند.

** راه دور نمی‌رویم، همه ما سیاره ناهید یا زهره را که در زمستان و بهار سال‌های ۱۳۶۶ و ۱۳۶۷ در آسمان باختری‌کشورمان با زیبائی‌هرچه تمامتر خودنمائی می‌کرد، دیده‌ایم و به یاد داریم که پاره‌ای ساده‌اندیشان این جرم تابناک را که در نزدیک‌ترین فاصله مداری خود با زمین قرار گرفته بود، یکی از ماهواره‌های جاسوس آمریکا بشمار می‌آوردند و آن را همانند چشمانی ناظر بر جنگ شهرها می‌دانستند. م*

*** این پژوهش‌ها با موفقیت کامل انجام شد و نتیجه آن در پاره‌ای مطبوعات کشور مانند مجله دانشمند منعکس گردید. خلاصه‌ای از آن در بخش دنباله‌دار هالی به نظر خوانندگان خواهد رسید. م*



چگونگی رویش و پژمرش دنباله، دنباله‌داران خود مسئله جالب و شگفتی است. جهت دنباله اجرام مزبور که همواره از خورشید دور می‌گردد، در امتداد شعاع دایره‌ای است که خورشید در مرکز آن جای دارد.

نامگذاری دنباله‌داران
Cometary Nomenclature

معمولا" دنباله‌داران را به اسم کاشف آنها نامگذاری می‌کنند و گاه نیز به افتخار ریاضی‌دانی که مدار آنها را محاسبه کرده است، نامیده می‌شوند، فهرست‌هائی که در گوشه و کنار جهان توسط کیهان‌شناسان مشتاق تهیه گردیده است، نام ۳۷ دنباله‌دار شناخته شده را نشان می‌دهد. معمولا" هر دنباله داری که کشف می‌گردد، به‌ترتیب الفبا همراه با سال کشف، شماره‌گذاری و مشخص می‌شود. بطور مثال شماره ۱۹۸۲ a، نشانگر دنباله‌داری است که نخستین بار در سال ۱۹۸۲ کشف گردیده است، هر دنباله‌داری که به پری هلیون مدار خویش می‌رسد، علاوه بر سال عبور با یک شماره رومی نیز همراه می‌گردد. بطور نمونه، دنباله‌داری که در سال ۱۹۸۲ به پری هلیون خویش رسیده است، با شماره I ۱۹۸۲ مشخص می‌گردد و طبیعتا" دومین دنباله‌دار همان سال، شماره II ۱۹۸۲ را دارا خواهد بود. دنباله‌داران دوره‌ای با حرف P (مخفف Period) معرفی می‌گردند. مثلا" دنباله‌دار دوره‌ای انکه را بوسیله P/Encke و دنباله‌دار دوره‌ای هالی را به‌صورت P/Halley مشخص می‌سازند.

دنباله‌داران و رگبارهای شهابی
Comets & Meteor Showers

میان دنباله‌داران و پدیده رگبارهای شهابی، خویشاوندی نزدیکی برقرار است. درواقع رگبارهای شهابی را بایستی محصولی از پس مانده‌های دنباله‌داران بشمار آورد. دنباله‌داران ذرات وجود خویش را حین گردش به‌صورت دنباله‌های غبارین از دست می‌دهند و پس از مدتی غبارهای مزبور، سراسر مدار دنباله‌دار را اشغال می‌کنند و با عبور زمین از میان آنها، به‌صورت شهاب‌هائی در آسمان جلوه‌گر می‌شوند.

شهاب‌های فراوانی را که بین روزهای ۵ تا ۲۶ امرداد (۲۷ ژوئیه تا ۱۷ اوت) هرسال در آسمان می‌بینیم، محصولی است از غبارهای پس مانده دنباله‌داری بنام سویفت ـ توتل P/Swift ـ Tuttle و یا رگبارهای شهابی ماه آبان (نوامبر) نیز دنباله‌دار گمشده‌ای را بنام بیلا Biela به یاد می‌آورد.

پیدایش دنباله‌داران
Origin of Comets

کلا" تصور می‌شود که، دنباله‌داران از جمله اعضای نخستین وحقیقی و اصلی منظومه خورشیدی هستند. نظریه‌ای که در سال ۱۹۵۰ بوسیله



دنباله‌دار مورهاوس Morehouse که در سال ۱۹۰۸ آشکار گردید، دارای دنباله عجیبی بود که متناسب با گردش به دور خورشید، تغییر جهت می‌داد و شکل آن نیز پیوسته دگرگون می‌شد.

جی. اچ. اورت J.H. Oort ارائه گردیده بر این پایه استوار است که، انبوهه ابرها و توده‌های غبار و دنباله‌دارانی که در محیط گرانشی منظومه خورشیدی و در فاصله حدود ۴۰ هزار واحد نجومی خورشید قرار داشته‌اند، با عبور پاره‌ای ستارگان از مجاورت آنها، دستخوش اختلال و آشوب گردیده و به سوی کانون منظومه روان گردیده‌اند.

دنباله‌داران که قاعدتا" بایستی به همان‌گونه که پیش سیارات، Proto ـ Planets تشکیل یافته‌اند، پدید آمده باشند، باگذشتن از فاصله مناسبی از کنار سیارات غول‌پیکر (مانند مشتری)، در مدارهای کوتاه دوره گرفتار آمده و آنهائی که دستخوش اختلال‌های آنچنانی نگردیده بودند، دوباره به سوی ابرهای اورت Oort بازگشته و برای مدت‌های مدید به محیط منظومه خورشیدی پای نمی‌گذارند.

پاره‌ای ستاره‌شناسان به‌ویژه مانند وی. کلاب V. Clube و دبلیو. نپر W. Napier بر این گمانند که دنباله‌داران در اصل، منشاء میان ستاره‌ای Interstellar داشته و فقط اسیر نیروی گرانشی خورشید گردیده‌اند.

هرچند این نظریه پرسش های بسیاری را مطرح ساخته است، ولی مسلم این است که در برابر مسئله پیدایش و منشاء دنباله‌داران، هنوز پاسخ قانع‌کننده‌ای یافت نگردیده و بحث بس دشواری را پیش روی کارشناسان مطرح نموده است.

همانطوری که اشاره شد، آن دسته از دنباله‌دارانی را که گرفتار نیروی گرانشی مشتری گردیده و در مدارهائی کوتاه دوره محدود شده‌اند، دنباله‌داران برجیسی می‌نامند. اینکه آیا دیگر سیارات غول‌پیکر هم، چنین گروهی را دارا هستند یا نه؟ هنوز معلوم نیست. ولی مسلم این است که سیاره مشتری با نیروی گرانشی بسیار نیرومند خود در زندگی دنباله‌داران نقش موثری را بر عهده دارد.

ردیابی و شکار دنباله‌داران بسیار دشوار و وقت‌گیر است. دنباله‌داری که در نزدیکی‌های خورشید جرمی تابناک و چشمگیر جلوه می‌کند، در دوردست‌ها و اعماق فضا به‌نقطه‌ای بی‌فروغ و ناچیز مبدل می‌شود. گشت و گذار دنباله‌داران قابل پیش بینی نیست، برخی از آنها با نزدیک شدن به خورشید ناگهان درخشان می‌گردند و پاره‌ای حتی از کم‌فروغ‌ترین ستارگان



دنباله‌دار بروک Brook که در سال ۱۹۱۱خودنمائی می‌کرد گیسوی درخشان و دنباله بادبزن مانندی را به نمایش گذاشت . گیسوی این دنباله‌دار به‌شدت می‌درخشید و انرژی تشعشعی به شکل گاز از آن خارج می‌گردید .

هم کم‌نورترند . از جمله دنباله‌داران گروه نخست ، می‌توان دنباله‌دار کهوتک Kohoutek را نام برد که در سال ۱۹۷۳ به ناگاه پدیدار شد . دنباله‌دار مزبور در هفتم مارس ۱۹۷۳ هنگامی‌که هنوز در فاصله ۷۰۰ میلیون کیلومتری خورشید قرار داشت بوسیله ال . کهوتک L.Kohoutek عضو رصدخانه هامبورگ کشف گردید .

پاره‌ای دنباله‌داران حتی درفاصله‌های دورتراز این‌هم قابل تشخیص هستند . پژوهشهای انجام شده بوسیله سرنشینان اسکای‌لب Skylab روشن ساخت که دنباله‌دار کهوتک در هاله‌ای از گاز ئیدرژن رقیق پوشیده شده است .

دنباله‌داران چنددنباله‌ای

MULTI-TAILED COMETS

اساسا" دنباله‌داران از نظر شکل و ساختمان دنباله به سه‌گروه تقسیم می‌گردند . گروه یکم جرم‌هائی هستند با دنباله‌ای دراز و مستقیم و گروههای دوم و سوم از دنباله‌های پریشان و خمیده برخوردارند و دارای ظاهری کُرکی و ریش ریش هستند . بعضی دنباله‌داران چندین دنباله دارند ، از جمله این اجرام می‌توان به دنباله‌دار چسکس Cheseaux اشاره کرد . این‌جرم دارای شش دنباله درخشان بود ولی متأسفانه دیری نپائید و پس از مدتی کوتاه شکل خود را از دست‌داد و فقط چند عکس از خود به جای گذاشت .

دنباله‌دار دوناتی Donati را شاید بتوان یکی از زیباترین دنباله‌داران سده اخیر بشمار آورد . این دنباله‌دار که در سال ۱۸۵۸در آسمان زمین آشکار گردید ، دارای دنباله‌ای خمیده بود و افزون بر آن‌دو دنباله‌کوتاه نیز در کنار دنباله اصلی آن دیده می‌شد . در اکتبر سال ۱۸۵۸ طول دنباله این جرم به چیزی حدود ۸۰ میلیون کیلومتر بالغ گردید . کارشناسان دوره گردش این‌دنباله‌دار را حدود ۲۰۰۰ سال برآورد می‌کنند .

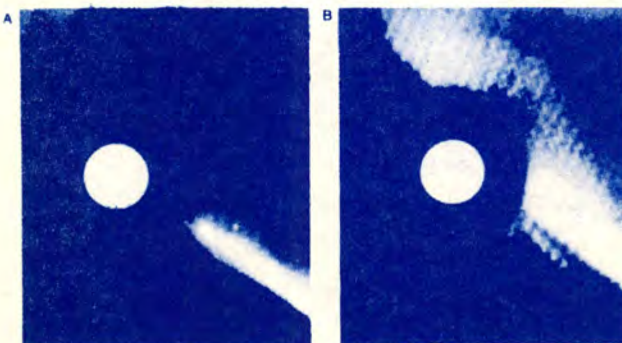
حالت و شکل دنباله این اجرام ممکن است روزبه‌روز دگرگون شده و حتی از ساعتی به ساعت دیگر فرق نماید .



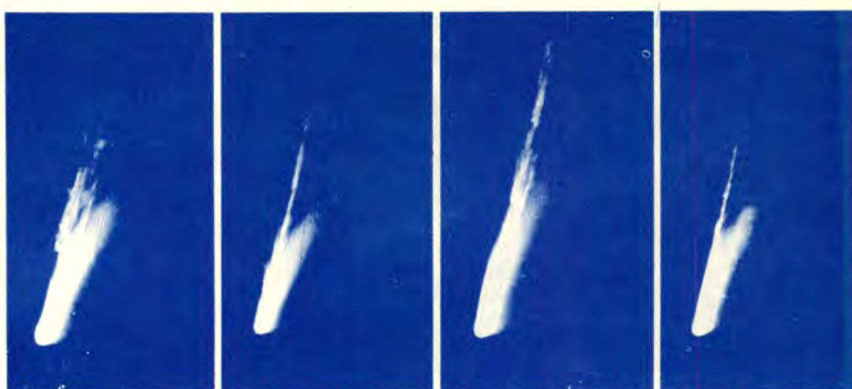
دنباله‌دار کهوتک سال ۱۹۷۴ دنبالهٔ بادبزن‌شکلی را که از رشته‌های طویل چندی تشکیل یافته بود به نمایش گذارد . این دنباله‌دارزیبا که تا ۷۵،۰۰۰ سال دیگر مراجعت نخواهد کرد ، به کمک موشکهای مجهز به تلسکوپ دیده شد .

دنباله‌دار مرکس Mrkos که در سال ۱۹۵۷ آشکار گردید ، دنبالهٔ درازی از گونه گروه یکم داشت و علاوه‌برآن از دنباله گروه‌دوم نیزبی‌بهره نبود . دنباله‌دار بزرگ سال ۱۸۱۱ یکی از بهترین و شناخته‌ترین نمونه‌های ثبت شده در فهرست دنباله‌داران است . دنباله طویل و مستقیم آن در راستائی حدود ۱۶۰ میلیون کیلومتر کشیده شده بود و قطر گیسوی آن به دو میلیون کیلومتر بالغ می‌گردید و جرمی عظیم‌تر از خورشید را جلوه‌گر می‌ساخت . همین دنباله‌دار در مقایسه با دنباله‌دار عظیم سال ۱۸۴۳ که طول دنباله آن به ۳۲۰ میلیون کیلومتر بالغ می‌گردید،جرقه‌ای بیش نبود . در عظمت طول دنباله این جرم همین بس که فاصله میان خورشید تا بهرام را دربرمی‌گرفت .

پاره‌ای دنباله‌داران بویژه آنهائی‌که مدت گردش آنها به‌دلیل بس طولانی بودن معلوم نیست ، با نزدیک شدن به خورشید بشدت گداخته می‌گردند و هنگام پری هلیون دنباله خویش را از دست می‌دهند و در بازگشت بعدی دنباله دیگری بر آنها می‌روید . بعضی دنباله‌داران از قبیل XI ۱۹۷۹ با نزدیک شدن به خورشید ، نابود می‌گردند . این‌گونه دنباله‌داران که خورشیدخراش Sun Grazing نام دارند ، احتمالا" از



این عکس به وسیله یک‌ماهواره آمریکائی مجهز به تاجنگار از برخورد یک خورشیدخراش با خورشید برداشته شده . به طوری که در شکل A دیده‌می‌شود . دنباله‌دار با سرعت‌بسیار به‌سوی خورشید روان‌است . شکل B یازده ساعت پس از برخورد دنباله‌دار مزبور را با خورشید نشان می‌دهد . ابرها و هالهٔ درخشان پیرامون خورشید نتیجه‌همین برخورد است .



این عکسها که در سال ۱۹۵۷ از دنباله‌دار مرکس برداشته شده، دنبالهٔ جالب و دیدنی این جرم را نشان می دهد. به طوری که دیده می شود، شاخه سمت چپ دنباله رشتهٔ طویل ومستقیمی است که از گازهای یونیده تشکیل یافته و بخش سمت راست دنباله ای که تودهٔ ابر مانندی را مجسم می کند، از خردیزه‌های غبارین پدید آمده است.

خردیزه‌های دنباله‌دارانی که قبلاً متلاشی گردیده‌اند، پدید آمده‌اند. زیرا همواره کوتاه زمانی پس از خودنمائی خورشیدخراشان دنباله‌دار دیگری در همان مدار ظاهر می‌گردد.

پری هلیون برخی دنباله‌داران فاصله قابل توجهی نسبت به‌خورشید دارد. مثلاً دنباله‌دار شوستر *Schuster* هنگامی‌که در سال ۱۹۷۶ به پری هلیون خود رسید، هنوز بیش از هزارمیلیون کیلومتر با خورشید فاصله داشت و همچنین پری هلیون سال ۱۹۷۲ دنبالـــه‌دار استیرن *Stearn* چیزی بیشتر از ۱۵۰۰ میلیون کیلومتر از خورشید دور بود.

دنباله‌دارهالی

HALLEY'S COMET

زمانی دنباله‌داران را یکی از پدیده‌های جوی می‌پنداشتند و بر این گمان بودند که دنباله‌داران روی خطی مستقیم حرکت می‌کنند و پیش‌بینی ظهور آنها را غیر ممکن می‌دانستند. نخستین بار بازگشت یک دنباله‌دار به‌وسیله‌دکترادموندهالی *Dr. Edmond Halley* (۱۶۵۶–۱۷۴۲) عضو رصدخانه سلطنتی انگلستان پیش‌بینی شد. دکترهالی که درواقع یکی از همکاران جوان اسحق نیوتن بود، ستاره‌شناس با تجربه وآگاهی محسوب می‌شد. در سال ۱۶۸۲ دنباله‌دار درخشانی در آسمان آشکار گردید. دکتر هالی دنباله‌دار مزبور را زیر نظر گرفت و با محاسبهٔ مدار آن به تشابه فراوانی که بین مدارمزبور و مدار دنباله‌داران سال‌های ۱۶۰۷ و ۱۵۳۱ وجود داشت، دست یافت و بدینسان نتیجه گرفت که سه دنباله‌دار مزبور باید جرم‌واحدی باشند که هر۷۶سال یک‌بار به دور خورشید گردش می‌کند. محاسبات دکترهالی نشان‌می‌داد که دنباله‌دار مزبور مجدداً درسال ۱۷۵۸ در آسمان زمین پدیدار خواهد شد. متأسفانه عمر دکتر هالی کفاف ندادو چندسال جلوتر از زمان پیش‌بینی‌شده دیده از جهان فروبست. جرم‌مزبور که به افتخار وی دنباله‌دار هالی نام گرفته بود، نخستین‌بار در شب کریسمس سال ۱۷۵۸ دیده شد و در سال ۱۷۵۹ از پری هلیون مدار خویش عبور کرد.

دنباله‌دار هالی تنها دنباله‌دار دوره‌ای است که با چشم غیرمسلح دیده می‌شود. تاریخچه ظهور این دنباله‌دار به ۲۴۰ سال پیش از میلاد و به گمانی به ۴۶۷ سال قبل از میلاد مسیح بازمی‌گردد، اما بازگشت سال‌های ۸۳ پیش از میلاد و همچنین ۱۱ قبل از میلاد در تاریخ ثبت است. و بازگشت‌های بعدی نیز مرتباً به ثبت رسیده است.

از آنجائی‌که موقعیت این جرم نسبت به وضعیت زمین تغییرمی‌کند، لذا درخشندگی‌آن‌ازدیدگاه زمینی نیز همواره یکسان نخواهدبود. بازگشت سال‌های ۹۸۹ و ۱۳۰۱ و ۱۴۵۶ با حد اعلای درخشندگی همراه بوده و در ظهورهای دیگر جلوه آنچنانی نداشته است. متأسفانه پدیداری سال ۱۹۸۶ نیز از درخشندگی کافی برخوردار نبوده است، اما بازگشت سال ۲۰۶۱–۲ آن یکی از درخشنده ترین و چشمگیرترین پدیداری‌ها خواهد بود.

از آنجائی که دنباله‌دار هالی تحت تأثیر نیروی گرانشی سیارات برجیس و کیوان قرار دارد، لذا دوره گردش آن دقیقاً ثابت نیست و بین ۷۴ تا ۷۸ سال به درازا می‌کشد.

با وجود این‌که هالی در بازگشت سال ۱۹۱۰ خویش جرمی بس تابناک می‌نمود، ولی در مقایسه با دنباله‌دار بسیار درخشانی که چند هفته زودتر



یکی از دیدنی‌ترین بازگشت‌های هالی مربوط به سال ۱۰۶۶ میلادی است. درحالیکه درآن سال سپاهیان نرماندی جنگ با بریتانیا را تدارک می دیدند، هارولد، شاه انگلستان که خود را برای دفاع آماده می ساخت، ظهور دنباله دار مزبور را به فال بد گرفت.



این عکس جالب از بازگشت سال ۱۹۱۰ هالی به وسیله رصدخانه لیک جنوبی واقع در شیلی تهیه گردیده است. عکس مزبور که در ۷ مه سال ۱۹۱۰ برداشته شده، ساختار دنباله جرم مزبور را نشان می‌دهد.

در آسمان ظاهر گردیده بود وحتی در روزروشن هم دیده می‌شد، دنباله‌دار کوچکی به‌نظر می‌رسید، شاید برخی از کسانی که دنباله‌دار هالی سال ۱۹۱۰ را دیده‌اند هنوز زنده باشند و علاوه بر هالی، دنباله‌دار روزتاب مزبور را نیز به خاطر بیاورند.

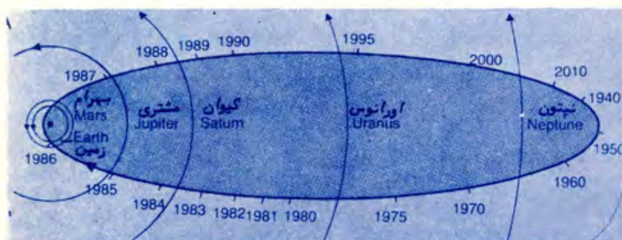
بازگشت سال ۱۹۱۰ هالی نخست در تاریخ ۱۲ سپتامبر ۱۹۰۹ در آلمان دیده شد. در آن زمان دنباله‌دار مزبور هنوز ۴۰۰ میلیون کیلومتر تا خورشید فاصله داشت. پی‌گیری و مشاهده دنباله‌دار نامبرده تا هجدهم و نوزدهم مه همان سال که مستقیما" از میان زمین و خورشید عبور کرد، ادامه یافت. مطالعاتی که روی هالی سال ۱۹۱۰ بعمل آمده، نشان داد که دنباله‌داران در هر پری هلیون حدود یک درصد جرم هسته خویش را از راه تبخیر از دست می‌دهند.

بازگشت سال ۱۹۸۶ فرصت بسیار مناسبی بود تا دنبالـه‌دار هالـی به‌کمک فضاناوهای تحقیقاتی از نزدیک مورد بررسی قرار گیرد. هدف از این برنامه مطالعه ساختار جرم مزبور از نظر فیزیکی و شیمیائی و آزمایش هسته آن است. علاوه بر آن جو هالی نیز هدف مطالعه بوده و رابطه میان جرم مزبور با باد خورشیدی نیز از جمله برنامه‌های مطالعاتی بوده است.

موٴسسه پژوهش های کیهانی اروپا، در نظر دارد فضاناوی را بنام جیوتو Giotto با سرعت ۶۸ کیلومتر در ثانیه طوری از نزدیکی هالی عبوردهد تا بتواند به‌گیسوی دنباله‌دار واردگردد و تا فاصله ۵۰۰ کیلومتری



این عکس که در ۱۳ مه ۱۹۱۰ از دنباله‌دار هالی تهیه شده، تغییر وضع دنباله آن‌را نسبت به‌چند روز قبل نشان می‌دهد. جرم تابناکی که در گوشه پائین و سمت چپ عکس دیده می‌شود، سیاره ناهید است.



وضع مدار دنباله‌دار هالی از سال ۱۹۴۰ تا سال ۲۰۱۰ میلادی. به طوری که دیده می‌شود، زمانی که هالی به پری هلیون نزدیک می‌گردد، بر سرعت آن افزوده می‌شود و برعکس سرعت آن در دور دستها رو به آرامی می‌نهد.

هسته به آن نزدیک شود. این برنامه زمانی انجام خواهد شد که دنباله‌دار هالی، مرحله‌پری‌هلیون را پشت سر گذارده و در فاصله ۱۳۳ میلیون کیلومتری خورشید قرار گرفته باشد.

اتحاد جماهیر شوروی نیز در نظر دارد دو فضاناو بنام وگای ۱ و ۲ Vega به سوی هالی روانه سازد. فضاناوهای نامبرده نخست با سیاره‌ناهید دیدار خواهندکرد و سپس به مدار هالی نزدیک شده و برنامه‌ای شبیه‌جیوتو را به مورد اجراء خواهند گذارد. ژاپنی‌ها نیز فضاناوهائی را به سوی هالی روانه خواهند ساخت تا به‌کمک شیوه فرابنفش از گیسو و هسته‌ٔ دنباله‌دار مزبور عکسبرداری نمایند.*

* کلیه برنامه‌های پیش‌بینی‌شده با موفقیت انجام شد و نتیجه آن در پاره‌ای‌مطبوعات کشور منعکس گردید. مجله دانشمند طی شماره پی‌درپی ۲۷۷ سال بیست و چهارم، آبان ماه ۱۳۶۵ مقاله‌ای در همین زمینه منتشر ساخته که خلاصه‌ای از آن بشرح زیر به آگاهی خوانندگان می‌رسد.

فضاناو وگا ۱ نخستین ابزار ساخت دست بشر بود که به دیدار نزدیک‌هالی شتافت و در تاریخ ۶ مارس ۱۹۸۶ از فاصله ۸۸۸۹ کیلومتری آن گذشت. طراحان سفینه مزبور امیدوار بودند که فضاناو وگا ۱ از گیسوی دنباله‌دار نمونه‌برداری کند و هستهٔ آن را به دقت مورد کاوش قرار دهد. با وجودی که بدلیل پاره‌ای نواقص فنی، عکسبرداری واضح و روشن از هسته امکان‌پذیر نگردید، اما عکس‌ها و اطلاعاتی که به زمین مخابره شد کاملا" شگفت‌انگیز و غیر منتظره بود.

وگا ۲ نیز در هشتم مارس همانسال از فاصله ۸،۰۳۰ کیلومتری هسته هالی گذشت و با وجودی که بوسیله خرده‌ریزه‌ها و غبارهای گیسوی هالی بشدت بمباران می‌گردید. مع‌الوصف اطلاعات و عکس‌های بسیار جالب و گرانقیمتی به زمین ارسال داشت. اما فضاناو جیوتو از فاصله ۶۰۵ کیلومتری هسته عبور کرد و عکس‌های دقیق‌تر و روشن‌تری به زمین مخابره نمود و رویهمرفته نارسائیهای وگا ۱ و ۲ را جبران کرد.

نتایجی‌که کلا" از این دیدارها به دست آمده، نشان می‌دهد که هستهٔ هالی شکلی شبیه سیب‌زمینی دارد که ابعاد آن بطور متوسط حدود ۱۵×۱۰×۷/۵ کیلومتر است و سطح آن همانند زغال سیاه بوده و نسبت بازتاب آن از ۴ درصد تجاوز نمی‌کند. عکس‌ها و اطلاعات مخابره شده نشان می‌دهند که هسته هالی در میان ابری از غبار جای دارد و عوارضی بصورت شکاف‌ها و گودال‌ها و فرورفتگی‌ها در سطح آن به چشم می‌خورد که اندازه آن‌ها بین ۱۰۰ متر تا یک کیلومتر است. علاوه بر عوارض مزبور، پدیده‌های فورانی کاملا" غیرمنتظره‌ای در سطح هسته به چشم می‌خورد که گاز از آن به بیرون می‌جهد. گیسو و دنبالهٔ هالی از گازهائی که از هسته تبخیر می‌شوند تشکیل می‌یابند و غبار ←

شهاب یا شخانه

METEORS



این عکس شهابی را در حال متلاشی شدن نشان می‌دهد. شهاب مزبور با ورود به جو زمین پاره پاره شده و به قطعات چندی تقسیم گردید. باید توجه داشت که شهابها خود به خود نورزا نیستند، بلکه مالش آنها با هوا به گداختگی ذرات گازهای موجود در جو زمین انجامیده و مولکولهای یونیده هوا را درخشان می‌سازد.

در فضا ذرات بسیاری موجوداست که اندازه آنها اکثرا" ازشن کوچک‌تر و گاه از دهها متر هم تجاوز می‌کند. خردیزه‌های مزبور که شهابـوار *Meteoroids* نام داشته و به دور خورشید در گردشند، برخلاف ظاهر درخشان و تابناکی که در برخورد با جو زمین پیدا می‌کنند به اندازه‌ای کوچک و کم‌نورند که دیده نمی‌شوند. هنگامی‌که این ذرات به‌وسیله نیروی جاذبه زمین ربوده شده و به درون جو زمین راه می‌یابند، بر اثر مالش با ذرات هوا داغ و گداخته می‌گردند و پدیدهٔ درخشانی را بنام شهاب یا شخانه به‌وجود می‌آورند. تابناکی این‌گونه اجرام در واقع به خود آنها مربوط نیست، بلکه مولکولهای گاز مسیر آنها بر اثر اصطکاک داغ و یونیده *Ionized* می‌گردند و به‌صورت هالهٔ فروزانی پیرامون ذرات مزبور را فرا می‌گیرند.

شهابها معمولا" با سرعت ۷۰ کیلومتر در ثانیه به جو زمین وارد می‌گردند. با اندازه‌گیری سرعت می‌توان جرم شهابها را که غالبا" فقط چند میلی‌گرم است محاسبه نمود.

ارتفاع شخانه‌ها به‌وسیله دو دانشجوی آلمانی بنام برنارد و بنزنبرگ *Benzenberg* و *Bernard* برای نخستین‌بار در سال ۱۷۹۸ اندازه‌ـ گیری شد. دانشجویان مزبـور برای این کـار از شیـوهٔ مثلـث بندی *Triangulation* استفاده کردند، بدینسان که شهاب را از دوایستگاه زمینی که فاصله آنها معلوم بود مورد نشانه‌روی قرار دادند و با حل مثلث ارتفاع جرمهای مزبور را که غالبا" حدود ۸۰ کیلومتر بالاتر از سطح زمین است محاسبه نمودند.

بررسی‌های اخیر نشان داده است که زمین به‌وسیله ذرات بسیار کوچکی که اندازه آنها حتی از ۰/۱ میلی‌متر هم کوچک‌تر است همواره زیر بمباران قراردارد. ذرات‌مزبور که خرده‌شهاب یا شهابک *Micrometeorites* نام دارند به اندازه‌ای کوچکند که قادر به تولید نور در جو زمین نبوده و فقط به‌وسیله مشاهدات راداری قابل تشخیص می‌باشند.

شهابها بر دوگونه‌اند، رگباری و پراکنده. شهابهای پراکنده‌در هرجهت و در هر موقعیت زمانی ممکن است دیده شوند، بهترین زمان برای دیدن اینگونه شهابها ساعتهای‌اولیه پس‌از نیمه‌شب است که درآن‌ساعات تاریک‌ترین بخش آسمان در جهت گردش زمین قرار می‌گیرد. بطور متوسط در هر ساعت حدود ۶ شخانه در آسمان دیده می‌شود که هرکدام حدود ۳۰ ثانیه درآسمان پائیده‌وبه‌میزان‌تقریبا" ۵ درجه جابجا می‌گردند. شهابهای رگباری در واقع محصولی از بقایای دنباله‌داران هستند. همان‌طوری‌که در بخش دنباله‌داران اشاره شد، خردیزه‌های دنباله‌داران کوتاه دوره ممکن است در سراسر مدار جرم مزبور انباشته شوند و هنگام عبور زمین از میان آنها به‌صورت‌رگباری از شهاب در آسمان‌جلوه‌گرشوند. ازآن‌جمله رگبارهای شهابی امرداد ماه صورت فلکی پرساوشی‌ها *Perseids* را می‌توان نام بردکه‌ازبقایای‌دنباله‌دار سویفت‌ـ توتل *P/Swift – Tuttle* به‌وجود آمده‌اند و یا رگبارهای مهر و آبان‌ماه صورت فلکی ثور *Taurids* را می‌توان‌ذکرکرد که به‌خردیزه‌های دنباله‌دار *P/Encke* مربوط می‌باشند.

نیز از سطح هسته پراکنده می‌گردد. در سطح رو به خورشید هستهٔ هالی چند دهانهٔ فورانی یافت می‌گردد که جمعا" منبع اصلی‌گسیل‌گاز و غبار را تشکیل می‌دهند. هستهٔ هالی جسم سیاهی است که نور خورشید را جذب می‌کند و دمائی را معادل ۳۰۰ تا ۴۰۰ کلوین (۲۷ تا ۱۲۷ درجه سانتیگراد) نشان می‌دهد.

پاره‌ای از دانشمندان معتقدند که سطح هستهٔ هالی از مواد تیره منفذدار همانند اسفنج تشکیل یافته و میزان کاهش جرم آن که به فوران‌های اشاره شده بستگی دارد ۵×۱۰^{۲۹} مولکول آب در ثانیه است.

نتایج بدست آمده از فضاناوهای ژاپنی که هالی را از فاصله بسیار دورتری زیر نظر داشته‌اند، نشان می‌دهد که گیسوی ئیدرژنی هالی با دورهٔ تناوب حدود ۵۳ ساعت در تپش است.

فضاناو جیوتو که تا اعماق گیسوی هالی پیش رفته بود، مقدار گاز و ترکیبات آن را اندازه‌گیری کرده و چنین نشان می‌دهد که ۸۰درصد گیسو از مولکول‌های آب و بقیه اکثرا" از مولکول‌های دی‌اکسید کربن تشکیل یافته است. در فاصله ۱،۰۰۰ کیلومتری هسته که همانند دیگر اجرام آسمانی به دور محور خویش در چرخش است، جریان‌هائی از مولکول‌های آب با چگالی ۴۷ میلیون مولکول در سانتی‌مترمکعب دیده شده که با سرعت ۹۰۰ متر در ثانیه در حرکت بودند.

دانشمندان تخمین می‌زنند که کل مقدار گازی که در هر ثانیه از هالی به خارج گسیل می‌گردد، بطور متوسط $۱/۳\times۱۰^{۳}$ مولکول است و میزان غبار پرتاب شده، حدود ۳ تن در ثانیه می‌باشد. (البته این ارقام مربوط به زمانی است که دنباله‌دار هالی درحدود پری‌هلیون مدار خویش جای داشته است).

تجزیه و تحلیل ذرات غبار دنباله‌دار هالی که بوسیله ابزارهای‌نصب‌شده درجیوتوو وگا بعمل‌آمده، نشان می‌دهد که تقریبا" ۸۰ درصد آنها حاوی ئیدرژن، کربن، نیتروژن، اکسیژن و مقداری گوگرد است و علاوه بر آن مقداری سدیم، منیزیوم، سیلیسیم، کلسیم وآهن نیز در آن یافت می‌گردد.

یکی از یافته‌های‌جالب‌وهیجان‌انگیز فضاناوهای ژاپنی، وجود امواج رادیوئی است که از دنباله‌دارهالی گسیل می‌گردد و باد خورشیدی در تولید آن نقش موٴثری دارد.



این عکس که در سال ۱۹۲۳ برداشته شده، علاوه بر شهاب بزرگی که به صورت خطی مستقیم دیده می‌شود، یکی از کهکشانها را نیز نشان می‌دهد.

تعداد شهاب‌هائی که در اینگونه موارد در آسمان دیده می‌شوند برحسب واحدی بنام ZHR (مخفف Zenithal Hourly Rate) اندازه‌گیری می‌شوند. واحدمزبور بیان‌کننده شمار شهاب‌هائی است که بدون استفاده از ابزارهای چشمی در هر ساعت دیده می‌شود، کلا" ZHR مقدار ثابتی نیست و برای هر رگباری فرق می‌کند. معمولا" غنی‌ترین رگبارهای شهابی، رگبار امرداد ماه پرساوشی و رگبار جوزا یا دوپیکر می‌باشد.

منشاء شهاب‌های پراکنده Origin of Sporadic Meteors

اساسا" شهاب‌های پراکنده به بخش معینی از آسمان تعلق ندارند و وابستگی آنها به بقایای دنباله‌داران نیز هنوز مورد تردید است. شهابها گاه چنان تابناکند که نه‌تنها با نور ماه بلکه با نور خورشید نیز برابری می‌کنند. صدای عبور چنین شهابهائی که گوی آتشین Fireball نام دارند، گاه بخوبی به گوش می‌رسد و حتی خرد شدن و پاره پاره شدن آنها نیز قابل شنیدن می‌باشد. پاره‌ای از گوی‌های آتشین به اندازه‌ای بزرگند که به آنها شهاب‌سنگ می‌گویند.

امروزه برای کشف و گروه‌بندی شهاب‌ها از فن عکاسی استفاده می‌گردد، در این شیوه دهانهٔ دوربین را مدتی بازمی‌گذارند ورد پای شهاب‌ها رادر دل آسمان روی صفحهٔ عکاسی ثبت می‌کنند. افزون برآن شناسائی شهاب‌ها به‌کمک رادار نیز انجام می‌شود و حتی رگبارهای شهابی روزانه‌را بدینوسیله ثبت می‌نمایند.

شهابسنگ یاسنگ آسمانی

METEORITES

(سنگباران سال ۱۸۰۳ دهکدهٔ لوآیگل L'Aigle فرانسه، دانشمندان بسیاری را به فکر واداشت و برای نخستین بار کیهانی بودن منشاء سنگهای مزبور را در ذهن بی. بیوت B. Biot جایگزین ساخت.

کهن‌ترین مدرک موجود درباره سنگ‌های آسمانی که روی اوراق پاپیروس ثبت گردیده است، به مصریان ۲۰۰۰ سال پیش از میلاد تعلق دارد، علاوه برآن مدرک دیگری نیز دال بر ریزش سنگ از آسمان جزیره کرت موجود است که به سال ۱۴۷۸ پیش از میلاد تعلق دارد. همانند همین مدارک نیز یکی در سال ۶۳۴ قبل از میلاد در ایتالیا و دیگری در سال ۴۱۶ پیش از میلاد در یونان موجود است و سنگ خانه کعبه نیز به احتمال بسیار قوی منشاء کیهانی دارد.

قدیمی‌ترین شهاب‌سنگی که سقوط آن رسما" در تاریخ ثبت گردیده به ۱۶ نوامبر سال ۱۴۹۲ کشور سویس مربوط است که هم‌اکنون در کلیسای انسی‌شیم Ensisheim در معرض تماشای همگان قرار دارد.

بیشتر موزه‌های جهان مجموعه‌ای از سنگ‌های آسمانی را در اختیار دارندکه بزرگ‌ترین آنها به‌وسیله شخصی بنام ربرت پیری Robert Peary در سال ۱۸۹۷ در گروئنلند یافت گردیده است. این سنگ هم‌اکنون در کیهان‌نمای هیدن Hayden واقع درنیویورک نگهداری می‌شود. بزرگ‌ترین سنگ آسمانی که تاکنون یافت شده، سقوط آن به دوران ماقبل تاریخ بازمی‌گردد. وزن این سنگ که درحوالی گروت فونتین Grootfontein واقع در آفریقای جنوبی جای گرفته است حدود ۶۰ تن است و به احتمال نزدیک به یقین تاکنون همچنان در جای خود ثابت و دست‌نخورده باقی مانده است.

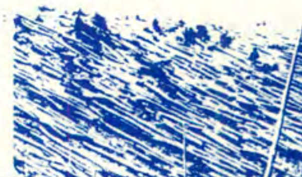
شهاب‌سنگ‌ها را به سه گروه تقسیم می‌کنند. آسمان‌سنگ یا آئرولیت Aerolites، آهن‌سنگ یا سیدرولیت Siderolites و آسمانکان یا سیدریت Siderites.

آهن‌سنگ یا شهاب‌سنگ آهنی دارای چهار تا شش درصد نیکل است و آسمانکان (کانی آسمانی) یا سیدریت، علاوه بر آهن و نیکل با بلورهای اولیوین Olivine همراه است و آسمان‌سنگ عمدتا" از کانی‌های کوچکی بنام کندرول Chondrules که ۸۵ درصد آئرولیت را بخود اختصاص داده، تشکیل یافته است.

شگفت آن‌که پاره‌ای از شهاب‌سنگ‌ها دربردارنده نوعی اندام‌های حیاتی هستند. صرفنظر از این‌که برخی شهاب‌سنگ‌ها پس از برخورد با زمین به‌اندام‌های حیاتی خاکی آلوده گردیده‌اند، شماری دیگر ذاتا" حامل نشانه‌هائی از حیات نخستین کیهانی بوده و پندار انتقال زیست از کیهان به زمین را در پاره‌ای از اندیشه‌ها جایگزین ساخته‌اند.

آرنیوس Arrhenius دانشمند سوئدی را می‌توان یکی از اینگونه اندیشمندان بشمار آورد. نامبرده درنظریه‌ای که در سال ۱۹۰۸ ارائه نموده، حیات زمینی را رهآورد شهاب‌سنگ‌ها محسوب داشته و اخیرا" فرد هویل Fred Hoyle و چاندرا ویکراماسینگ Chandra Wickramasinghe نظریه‌مزبور را با کمی دستکاری دوباره‌مطرح‌نموده و از آن‌پشتیبانی‌کرده‌اند.

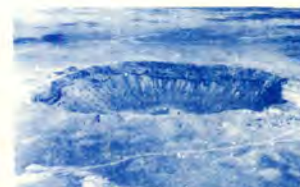
تاکنون بیش از ۲۰۰۰ نشانه سقوط شهاب‌سنگ در زمین شناسائی شده است، در میان معروف‌ترین آنها می‌توان به سقوط گوی آتشین هفتم آوریل سال ۱۹۵۹ که بر فراز چکسلواکی روی داده اشاره نمود و همچنین سقوط سنگ بارول Barwell در ۲۴ دسامبر ۱۹۶۵ انگلستان و ریزش ۱۹۷۰ لاست سیتی Lost City کشور آمریکا را نیز می‌توان از جمله رویدادهای شگرف نیمه دوم سده بیستم میلادی بشمار آورد.)



در مورد رویداد سال ۱۹۰۸ تونگوسکای سیبری، نظرات چندی ارائه شده ولی هیچیک از آنها تاکنون رسماً تایید نگردیده است. در این رویداد که صدای انفجار آن تا هزار کیلومتری به‌گوش می‌رسید، جانوران بسیاری کشته شدند و درختان پهنه وسیعی به طور موازی روی زمین خوابیدند. به‌گفته شاهدان عینی، جرم سقوط کننده همانند خورشید می‌درخشید، اما هنوز هیچ نشانه‌ای دال بر سقوط جرمی در جائی دیده نشده.



در سال ۱۸۹۱ شهابسنگی در شهر اوشنسک Oschansk واقع در روسیه به‌زمین سقوط کرد. ریزش این شهابسنگ با صدای انفجار مهیبی همراه بود و در پی آن بارانی از سنگ که وزن قطره‌های آن بین ۱ تا ۳۰۰ کیلوگرم بود، شروع به ریزش کرد.



گود شهابی آریزونا دارای ۱۲۶۵ متر قطر و ۱۷۵ متر ژرفا است و پیرامون آن را دیواره‌ای به بلندی ۳۰ تا ۴۵ متر فرا گرفته است. گود آریزونا که عمر آن حدود ۲۵،۰۰۰ سال می‌باشد، یکی از جوان‌ترین گودهای کره زمین است. این گود بر اثر برخورد آهنسنگی با سرعت ۱۱ کیلومتر در ثانیه با یک لایه رسوبی پدید آمده است.

شهاب‌سنگ‌های بزرگ معمولاً حفره‌هائی در زمین تولید می‌کنند که به آنها گودهای شهابی می‌گویند. در سطح زمین نمونه‌های گوناگونی از گودهای شهابی وجود دارد که بزرگ‌ترین و مهمترین آنها گودی در ایالت آریزونای آمریکا است که قطر آن به ۱۲۶۵ متر و ژرفای آن به ۱۷۵ متر می‌رسد و تصور می‌شود که عمر آن از ۲۵،۰۰۰ سال تجاوز نکند. موقعیت جرم سقوط کرده که احتمالاً در پای دیواره جنوبی گود مدفون شده، نشان می‌دهد که شهاب‌سنگ مورد بحث تحت زاویه شیب کمی سقوط نموده است. حفره دیگری که تا اندازه‌ای در شهابی بودن آن تردید موجود است، گودی است در ولف کریک Wolf Creek استرالیا و دیگری درمنطقه وقار Waqar واقع در عربستان سعودی منشاء شهاب‌سنگ‌ها هنوز به‌درستی معلوم نیست. اگر میان شهاب‌سنگ‌های بزرگ و سیارکان کوچک وابستگی‌ها و خویشاوندی‌هائی موجود باشد، ناچار شهاب‌سنگ‌ها بایستی مهاجرینی از کمربند سیارکان بشمار آیند.

بررسی شیوه سقوط شهاب‌سنگ‌ها، همانندی‌فراوانی را با مدار سیارکی بنام آپولو Apollo نشان می‌دهد. عمر شهاب‌سنگ‌ها بین ۴ تا ۴/۶ هزار میلیون سال می‌باشد.

شکی نیست که هنوز بسیاری از شهاب‌سنگ‌ها ناشناخته باقی‌مانده‌اند. آن دسته از شهاب‌سنگ‌هائی که در شمالگان Antarctica یافت گردیده‌اند، بسیار خوب و دست نخورده محفوظ مانده و اصالت خویش را حفظ کرده‌اند و طبعاً برای شناسائی هرچه‌بهتر این اجرام تلاشی بیشتر و پی‌گیر لازم است.

تکتیت‌ها — Tektites

تکتیت‌ها جرم‌های کوچک و شیشه‌ای هستند که فقط در مناطقی محدود یافت می‌گردند. وضع ظاهری وساختمان تکتیت‌ها نشان می‌دهد که اجرام مزبور دوبار تحت تأثیر دما قرار گرفته‌اند. این جرم‌ها که شکل ظاهریشان معمولاً آئرودینامیکی است، تاکنون فقط در چهار منطقه جغرافیائی یعنی استرالیا، ساحل‌عاج، چکسلواکی وپاره‌ای نواحی کشور آمریکا دیده شده‌اند. بزرگ‌ترین تکتیت شناخته شده، دارای وزنی برابر ۳/۲ کیلوگرم است که در سال ۱۹۳۲ در لائوس کشف شده است.

اگر تکتیت‌ها نیز همانند شهاب‌سنگ‌ها دارای منشاء کیهانی باشند،

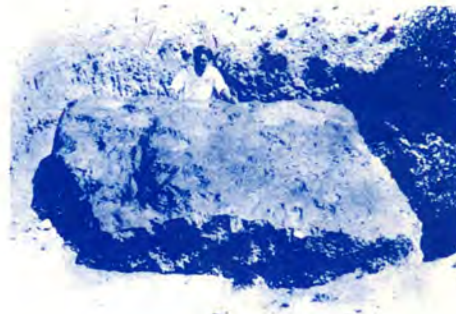
سنگ بارول که پیش از سقوط متلاشی گردید، مانند غالب شهاب‌سنگ‌ها از گونه آسمان‌سنگ یا آئرولیت بود. شهاب‌سنگ آلنده Allende که در سال ۱۹۶۹ در مکزیکو سقوط کرد، راهنمای بسیار ارزنده‌ای در زمینه شناخت و کشف چگونگی شهاب‌سنگ‌ها بشمار می‌آید. سنگ آلنده شباهتی به‌سنگ‌های زمینی ندارد و تاریخگذاری پرتوسنجی Radiometric سن آن را به مراحل نخستین آفرینش ابری‌های خورشیدی بازمی‌گرداند.

تاکنون گزارشی که حاکی از مرگ و یا جراحات جدی حاصل از ریزش شهاب‌سنگ‌ها باشد، جز دو سه مورد استثنائی که آن نیز به جراحات مختصر و مرگ یک سگ مصری انجامیده است، دیده نشده.

از جمله سقوط‌های بسیار مهم سده کنونی، به سقوط سال‌های ۱۹۰۸ و ۱۹۴۷ که هر دو در سیبری اتفاق افتاده است، می‌توان اشاره نمود. نخستین سقوط به تونگوسکا Tunguska ی سال ۱۹۰۸ سیبری تعلق‌دارد. کسانی که در سی‌ام ژوئن ۱۹۰۸ در روستای کانسک Kansk واقع در ۶۰۰ کیلومتری محل حادثه حضور داشته و ریزش شهاب‌سنگ مزبور را با چشمان خویش دیده‌اند، تابناکی آن را با خورشید برابر دانسته و ساکنان هزار کیلومتری تونگوسکا صدای انفجار مهیب آن را تائید نموده‌اند. در این منطقه که تا سال ۱۹۲۷ همچنان دست‌نخورده و شناسائی نشده باقی بود، هیچ حفره و یا نشانه‌ای که از ریزش شهاب‌سنگ حکایت نماید، یافت نگردیده است. در پیرامون این رویداد، شایعات بسیاری وجود دارد، گروهی براین گمانند که گیسوی دنباله‌دار کوچکی با سطح زمین تماس یافته و به اعتقاد عده‌ای دیگر، شهاب‌سنگ مزبور به اندازه‌ای بوده که پیش از ریزش، درجو زمین کاملاً گداخته و متلاشی گردیده است.

دومین سقوط مربوط به ۱۲ فوریه ۱۹۴۷ است که آن نیز در سیبری اتفاق افتاده است. درنتیجه این‌ریزش که محققاً به یک شهاب‌سنگ وابسته است، حدود صد گود شهابی در زمین پدید آمد.

در دهم‌اوت ۱۹۷۲ شیئی درخشانی بر فراز آسمان یوتا Utah واقع در ایالات متحدهٔ آمریکا دیده شد. این جرم تا فاصله ۵۸ کیلومتری‌سطح زمین نزدیک گردید و با یک تغییر مسیر ناگهانی دوباره به مدار خویش‌در منظومه خورشیدی بازگشت. قطر این جرم حدود ۸۰ کیلومتر بود.



این تخته سنگ که در گروت فونتین Groot Fontein واقع در آفریقای جنوبی پیدا شده ، بزرگترین شهابسنگی است که تاکنون در زمین یافت گردیده است . وزن آن بیش از ۶۰ تن است ولی گودی در محل سقوط آن دیده نمی‌شود .

محدودیت پراکندگی آنها از رویدادی غیر عادی حکایت خواهد کرد . پاره‌ای از دانشمندان بر این باورند که سنگ‌های مزبور از آتشفشان‌های ماه پرتاب گردیده و نیروی جاذبه زمین آن را به سوی خویش ربوده است ،ولی عده‌ای دیگر تکتیت‌ها را محصولی از آتشفشان‌های زمینی پنداشته و بر این باورند که اجرام مزبور بر اثر فوران تا ارتفاع بسیار زیادی بالا رفته و سپس به زمین سقوط کرده‌اند .

خلاصه این‌که تا این تاریخ تکتیت‌ها به‌صورت معمائی حل نشده‌باقی مانده و کارشناسان را با پرسش های‌بسیاری روبرو ساخته‌اند و برای شناخت هرچه بیشتر و پی بردن به چگونگی پیدایش و منشاء آنها هنوز راهی بس دراز در پیش است و تلاش زیادتری را برای یافتن نمونه‌های بیشتر ایجاب می‌کند .

سیاره‌شناسی تطبیقی

COMPARATIVE PLANETOLOGY

بی‌گمان زمین از بابت نعمت حیات در منظومه خورشیدی سیاره‌ای منحصر به فرد است . انسان که محصولی از همین نعمت انحصاری است با تلاشی بی‌پایان در جستجوی سرچشمه حیات و چگونگی پیدایش زادگاه خویش بوده و با فراتر نهادن پا به کاوش در جهان‌های دیگر نیز دست یازیده است . تلاش های پی گیر انسان به وی امکان بخشیده تا بر آگاهی خویش در زمینه‌های گوناگون و حتی طبیعت پیچیدهٔ اشیاء کیهانی بیفزاید و زمین زادگاه خویش را به‌عنوان نمونه قابل دسترسی بیش از پیش درنوردد و جزئیات آن را با کنجکاوی تحسین‌آمیز به زیر ذره‌بین قرار دهد . این تلاش‌ها نه‌تنها به کاهش عزم و اراده انسان در حل معماهای میهن خاکی خود نینجامیده بلکه در گشایش دریچه‌های مهمی در زمینه دستیابی به راز آفرینش و شناخت کیهان نیز وی را یاری بخشیده است .

درس هائی از ماه — *Lessons From Moon*

طی آخرین ربع سده اخیر ، به گسترش شگرفی در دانش شناخت کره ماه دست یافته‌ایم . عکس های فراوانی که چهرهٔ یار دیرین زمین را به روشنی نشان می‌دهند ، بر این آگاهی بس افزوده و به‌ویژه نمونه‌هائی که از سطح ماه گردآوری و به زمین‌آورده شده ، ما را به دستیابی اطلاعات غیر منتظره‌ای در زمینه سرگذشت نزدیک‌ترین همسایه طبیعی زمین یعنی ماه یاری نموده است . مدارک مزبور نشان می‌دهند که طی مدتی میان زمان آفرینش ماه یعنی حدود ۴۷۰۰ میلیون تا ۴۰۰۰ میلیون سال پیش پوسته آن تشکیل یافته و همزمان به‌وسیله خردیزه‌های کیهانی که بسیاری از آنها به سیارکان کوچک می‌ماندند ، بمباران شده است . این دوره را در تاریخ منظومه خورشیدی بمباران بزرگ Great Bombardment می‌نامند .

سرعت بسیار زیاد سخت شدن پوسته ماه از یک‌سو و فقدان عامل‌فعال هوافرسائی از سوی دیگر ، دست به دست هم داده و چهرهٔ ماه را تا به امروز دست‌نخورده و بکر نگه داشته‌اند .

پیشرفت تکنولوژی به انسان امکان داده تا گستاخانه پا را از زمین فراتر نهد و نشانه‌های ادوار گوناگون سرگذشت ماه را از نزدیک مشاهده و لمس نماید . نشانه‌ها و شواهد گویای آن است که دوره بمباران سیارات تیر و بهرام و بیشتر قمرهای مشتری و کیوان با دوره بمباران ماه همزمان بوده است . نقشه‌برداری و بررسی‌های راداری ، از چهرهٔ مرموز ناهید که همواره در زیر حجابی از ابرهای انبوه پوشیده شده ، پرده‌برداشته و عوارض‌مدوری را که شباهت فراوان به‌گودهای شهابی دارند ، در سطح آن نشان داده‌است .

بدون تردید میهن ما نیز از این مرحله‌بی‌بهره نمانده‌و دوره بمباران بزرگ را با شکیبائی پشت سر گذارده است ، ولی از آنجائی‌که سنگکره یا لیتوسفر زمین متحرک بوده‌است ، نشانه‌های مزبوررا از چهرهٔ خویش سترده و کلیه آنها را از میان برده است . کارشناسان تخمین می‌زنند که‌گودی مثلاً" به قطر ۲۵ کیلومتر حداکثر می‌تواند حدود ۵۰۰ میلیون سال در سطح‌زمین دوام بیآورد و سپس محو و سترده گردد .

زمین‌شناسان که تا پیش از عصر کاوش های کیهانی از این مرحله‌از فرگشت زمین ناآگاه بودند ، اکنون به خود جرأت داده و این گمان را که بمباران شهابی به تحرک و پوسته‌زائی نخستین زمین انجامیده است ، در اندیشه خویش پرورش می‌دهند . پیاده شدن انسان بر سطح ماه و ره‌آورد نمونه‌های گوناگون ، آزمایش مستقیم سنگهای کره مزبور را میسر ساخته و اندازه‌گیری سنین‌عمر همزاد زمین یا ماه را به‌کمک شیوهٔ پرتوسنجی امکان‌پذیر نموده‌است . آزمایش های‌مزبور ما را به راز شگفتی که تاکنون‌ناشناخته مانده بود راهنمائی کرد و روشن گردید که بمباران سنگین ماه حدود ۴۰۰۰ میلیون سال پیش پایان یافته و به‌دنبال آن دوره فعالیت‌های آذرین که‌از ۳۸۰۰ میلیون تا ۳۲۰۰ میلیون سال پیش به درازا کشیده ، آغاز گردیده است . طی این مرحله ، گدازه‌های آذرین از درون ماه سر برآورده و با روان شدن به سوی ژرف‌ترین عوارض آنها را از سیاه‌سنگ‌های بازالتی پر ساخته است .

فعالیت‌های آذرین همه‌جاگیر بوده است — *Volcanoes Everywhere*

اصلاح و دگرگونی چهرهٔ سیارات عمدتاً" نتیجه پیدایش دمای‌درونی

و انتقال آن به خارج بوده است. برخوردهای شهابی روزگاران فرگشتی (تکاملی) ، تولید و دمای بسیار زیادی را موجب گردیده و در پی آن موجبات تباهی و پوسیدگی عناصر رادیواکتیو را فراهم ساخته است. زمین‌شناسان کلا" بر این باورند که سیارات هنگام آفرینش گداخته و مذاب بوده‌اند. بعدها دمای گدازش به‌مرور به فضا منتقل شده و تلف گردیده است، ولی درون سیاره طی آن روزگار همچنان گداخته و داغ باقی مانده و تباهی رادیواکتیویته نیز ادامه یافته است. انتشار و انتقال دما از درون زمین که خود نیز همین مراحل را می‌پیموده، موجبات دگرگونی‌هائی را در پوستهٔ آن فراهم آورده است.

اما دربارهٔ ماه و سیاره تیر وضع دگرگون است. سطح خارجی آنها طی میلیون‌ها سال پیش سرد شده وفرآیند درونی که قاعدتا" به‌دگرگونی و شکل‌پذیری پوسته منجرمی‌شده، از همان‌روزگار از فعالیت بازایستاده‌است.

فوران تفتال‌های سیاه‌سنگی که عوارضی را بنام دریاهای ماه پدید آورده است، در روزگاران بسیار دور متوقف شده ولی فعالیت‌های آذرین زمینی تا به امروز همچنان ادامه یافته و تفتال‌های درونی زمین از شکافهائی طویل واقع در بستر اقیانوس ها همچنان به بیرون می‌تراود.

تجربیات بدست‌آمده از سیاره‌های تیر و بهرام و ناهید نشان‌می‌دهد که فوران‌های آذرین نیز از جمله ویژگی‌های آنها در روزگاران گذشته بوده و به‌ویژه بررسی و تجزیه و تحلیل گودهای شهابی سیاره بهرام بر یک دوره فعالیت شدید آذرین (حدود ۳۵۰۰ تا ۳۰۰۰ میلیون سال پیش) گواهی می‌دهد. مسلم آن است که فعالیت‌های آذرین بهرام مدت‌ها طولانی‌تر از ماه ادامه‌یافته و مخروط‌های‌آذرین عظیمی که از آن‌روزگار به‌جای مانده‌اند خود شاهدی بر این مدعا است. کارشناسان بر این باورند که فعالیت‌های آذرین بهرام تا این اواخر یعنی حدود ۵۰۰ یا ۶۰۰ میلیون سال پیش‌هنوز ادامه داشته و از آن پس متوقف گردیده است.

آرام‌نشین‌هائی که به سیارات بهرام و ناهید گسیل گردیده‌اند، سنگهای سیارات مزبور را زیر آزمایش شیمیائی قرار داده وآثاری از سنگهای بازالتی و مواد خاکی سرشار از ترکیبات آهنی را به‌ویژه در بهرام کشف کرده‌اند.

آرام‌نشین‌های ونرای روسی نیز درسطح ناهید به نمونه‌هائی از سیاه‌سنگ و موادی که شباهت فراوان به گرافیت زمینی دارند، دست یافته‌اند، طی سال‌های اخیر گزارش هائی که از فوران‌های‌آذرین در زیرلایه‌های‌ستبر ابرهای ناهیدی حکایت می‌کند، بدست آمده و چشم‌انداز هیجان انگیزی‌را در برابر دیدگان ما نمایان ساخته است. می‌دانیم که شکل و فرم عوارض آذرین، تحت تأثیر مقدار و حالات فورانی تفتال و همچنین نسبت آهن و سیلیکون موجود در آن که تعیین کننده غلظت آن است، قرار دارد. بطور کلی غلظت و یا روانی تفتال در چهره‌پردازی و نقش‌آفرینی سیاره اثر می‌گذارد. تفتال‌های سیاه‌سنگی زمین که سرشار از آهن هستند، از رقت و روانی کمی برخوردارند و در نتیجه از فزونی ارتفاع آتشفشان‌های زمین می‌کاهند و در مقابل بر وسعت پایه آتشفشان‌ها می‌افزایند.

حالات جوی نیز در شکل‌پذیری عوارض آذرین مؤثر است و نیروی ثقل یا گرانشی هم در این میان از نقش مهمی برخوردار است. مخروط‌های اخگری زمینی دارای شیبی بیش از ۳۰ درجه هستند، درحالیکه در کره‌ماه که فاقد جو است، تفتال‌های آذرین مدت‌های دراز جریان می‌یابند و تا مسافات بسیار دور روان می‌گردند، در نتیجه ارتفاع مخروط‌های‌اخگری‌ماه از یکدهم بلندی عوارض مشابه زمینی بیشتر نمی‌شود و درمقابل قطر پایه آنها به چهار برابر عوارض زمینی بالغ می‌گردد.

درسیاره بهرام که گرانش سطحی‌فقط $\frac{1}{3}$ گرانش‌زمینی است، کاسه‌های آذرین که در دهانه آتشفشان‌ها جای دارند، وسیع‌تر از کاسه‌های آذرین زمینی هستند.

سیاه‌سنگ‌های موجود در بستر اقیانوس های زمین که در زیر پوسته قاره‌ای جای‌دارند، بسیار جوان‌تر از سیاه‌سنگ‌های‌کره‌ماه‌می‌باشند. بررسی سیارات همسایه زمین بر گوشه‌های تاریک ادوار نخستین میهن ما روشنی می‌بخشد و ما را به پاسخگوئی مسائل بسیاری که تاکنون ناشناخته مانده یاری می‌بخشد و حجاب ابهام و تردید را که بر چهرهٔ بسیاری از مسائل کیهانی سایه افکنده است، برمی‌گیرد.

آیا تکتونیک صفحه ای منحصر به زمین است؟

Is Plate Tectonics Unique to the Earth?

پراکندگی فعالیت‌های آذرین زمینی را می‌توان در مبحثی بنام تکتونیک صفحه‌ای عنوان نمود. مطابق این‌فرضیه، پوسته‌زمین به ۱۵ صفحه شناور تقسیم گردیده است و آتشفشان‌ها غالبا" در لبه و یا در میان درز همین صفحه‌ها قرار دارند. نشانه‌های دال برفعالیت‌های تکتونیکی زمین‌را می‌توان از یک دیدگاه فضائی به‌صورت رشته‌های چینـــــکوه *Folded Mountain* و فرو زمین‌ها *Rift Valley* و جزایر رشته‌ای و سلسله کوههای اقیانوسی *Oceanic Ridge* مشاهده نمود. در دیگر سیارات نیز ممکن است در نظر اول چنین نشانه‌هائی به چشم بخورد، اما این‌عوارض هیچ رابطه‌ای با تکتونیک صفحه‌ای ندارند و انسان را ظاهرا" به گمراهی می‌کشند. مثلا" در بهرام، عارضه‌ای است بنام والس مارینرس *Valles Marineris* که شباهت زیادی به فروزمین آفریقای خاوری دارد. رشتهٔ آتشفشان‌های‌تارسیس *Tharsis* نیز فریبنده‌بوده و تکتونیک صفحه‌ای را ظاهرا" در بهرام مطرح می‌سازد. ولی ابدا" نشانه‌ای از دیگر عوارض تکتونیکی یعنی رشته چینکوه‌ها در آن یافت نمی‌گردد. از سوی‌دیگر آتشفشان‌های‌مریخ بجای‌آن‌که درفرولغزشگاه *Subduction Zone* های تکتونیکی قرار گرفته‌باشند، حالتی پراکنده و انفرادی دارند و پوسته‌ای یکپارچه و سخت را که ستبرای آن از پوسته زمین بیشتر است در گمان کارشناسان جایگزین می‌سازد.

در سیاره تیر یا عطارد نیز به‌همین سان نشانه‌ای از جنبش‌های پوسته‌ای به چشم نمی‌خورد و در ماه هم از فعالیت‌های تکتونیکی خبری نیست و عوارضی که با عوارض تکتونیکی زمین قابل مقایسه باشد در آن یافت نمی‌گردد. این اجرام نیز دارای پوسته‌ای سخت و ستبر و یک پارچه هستند. اما در مورد ناهید یا زهره احتمالا" وضع فرق می‌کند. بررسی‌های راداری گویای آن است که عوارضی مـانند رشته چینکوه و یا شیارها و شکافهائی مثل فروزمین‌های زمینی در ناهید وجود دارد.

دمای سطحی بسیار زیاد ناهید و شباهت چگالی آن با چگالی زمین این پندار را ایجاد می‌کند که درون آن گداخته بوده و این تودهٔ گداخته تا فاصله بسیار نزدیکی به سطح آن ادامه دارد.

سیاره‌های تیر (عطارد) و مریخ و همچنین کرهٔ ماه که از دیرگاه دمای درونی خویش را که لازمه جنبش های پوسته‌ای است از دست داده‌اند ، فاقد فعالیت‌های تکتونیکی هستند و احتمالا" دیگر سیارات نیز به‌دلیل کمبود شرایط مناسبی چون دما ، فشار و ترکیبات ساختاری زیر پوسته از این ویژگی بی‌بهره می‌باشند .

تغییرات اقلیمی *Climatic Changes*

کاوش های انجام شده توسط فضاناوهای مارینر و وایکینگ ما را در شناخت اقلیم بهرام یاری داده است . کشف شبکه‌های عظیم آبکند در مریخ که به خشکرودهای زمینی همانندی فراوان دارند بیانگر وجود آبهای جاری در گذشته‌های دور در سطح سیاره مزبور است . قاعدتا" بنظر می‌رسد که دوره آب مریخ بایستی بعد از بمباران بزرگ و پیش از آغاز فعالیت‌های آذرین قرار گرفته باشد .

امروزه شرایط جوی بهرام برای وجود آبهای روان کاملا" نامتناسب است ، زیرا نخست بهرام سیاره‌ای است خیلی سرد و دیگر اینکه جو رقیق امروزی آن خود باعث ناپایداری و نابودی آب می‌گردد . قدر مسلم این است که شرایط امروزی جو مریخ با شرایط جوی روزگار گذشته سیاره مزبور بکلی دگرگون است .

از سوی دیگر نهشت گذاری پیرامون قطب‌های بهرام نیز از تغییرات اقلیمی بی‌بهره نمانده است . چینه‌بندی نهشت‌های مزبور نشان می‌دهد که تغییراتی در همین اواخر در شرایط اقلیمی بهرام پدید آمده است . مسئله دیگر چگونگی پیدایش نهشت‌های مزبور است که محققا" به اعصار یخبندان مربوط می‌باشد . آیا دگرگونی‌های مزبور را باید در تغییرات بازده انرژی خورشیدی جستجو کرد ؟ و یا فعالیت‌های آذرین بهرام را که پراکنش غبار انبوهی را در جو سیاره مزبور موجب گردیده و از رسیدن تشعشعات خورشیدی ممانعت نموده است ، بایستی نقش آفرین دانست ؟

همه اینها پرسش هائی است در پیش روی کارشناسان و مسلم آنکه پاسخ صحیح نیازمند بررسی بیشتر و کاوش های زیادتری است .

از سیارات دوردست چه می‌دانیم ؟ *The Outer Solar System*

فعالیت‌های آذرین هنوز نقش بزرگی در تحول و فرگشت سیارات بر عهده دارند . کاوش هائی که با اعزام فضاناوهای ویجر به سیاره‌های دوردست خورشیدی به‌عمل آمده ، فعالیت آذرین یو *Io* یکی از قمرهای گالیله‌مشتری را با شگفتی بسیار نشان می‌دهد .

دیدیم که گدازهٔ سیارات درونی غالبا" از جنس سیلیکاته است ، حال آنکه گدازه‌های قمر یو از نوع گوگردی است . فعالیت آذرین یو آنچنان پیوسته است که چهرهٔ این دنیای کوچک و دورافتاده را همواره و بسرعت دستخوش تغییر ساخته و جدیدترین پوسته در سرتاسر منظومه خورشیدی را به یو اختصاص داده است . افزون بر آن در پوسته قمرهای دوردست مشتری نیز نشانه‌هائی از شکست و چین و چروک فراوان که به گسله‌های زمینی شباهت دارند ، به چشم می‌خورد ، ولی باید دانست که گسله‌های مزبور هیچگونه رابطه‌ای را با جنبش‌های تکتونیکی مطرح نمی‌سازند و نشانه‌ای از لغزش پوسته در این کرات دورافتاده به چشم نمی‌آید .

متاسفانه آگاهی ما از سیارات دوردست بسیار کم است و تا این زمان هنوز از نتیجه سفر ویجر به اورانوس و نپتون اطلاعی در دست نیست و از این سیارات چیزی نمی‌دانیم .*

کلا" به‌نظر می‌آید که سطح تمام سیارات غول‌پیکر خورشیدی از ابرهای کیهانی پوشیده شده ، ولی اینکه چرا و چگونه سیارات مزبور اینچنین غول‌پیکر و گازین هستند ؟ خود هنوز مسئله‌ای است و پاسخی برای آن نیافته‌ایم . حتی چگونگی تشکیل جو انبوه ناهید یا زهره نیز خود پرسشی است در خور بررسی و پاسخ . از سوی دیگر نحوهٔ پیدایش زمین و بهرام که ظاهرا" پا به پای هم رشد کرده و پرورش یافته‌اند نیز خود مسئله دیگری است . آیا سیارات مزبور از مواد سردتر و سبک‌تری پدید آمده‌اند ؟ و یا اینکه راه حل دیگری را در ارتباط با مواد متشکله هسته و گوشته آنها باید جستجو کرد ؟

در زمینهٔ جو و مغناطکره و همچنین شمار فرزندان برجیس و کیوان اطلاعات کافی بدست آورده‌ایم و از جزئیات این دنیاهای گازین کمابیش آگاهیم ، ولی هنوز چند پرسش اساسی باقی است .

نخست آنکه منشاء حرارتی سیارات مزبور چیست ؟ و عامل پیدایش ابرهای عجیب مشتری و کیوان کدام است ؟ انگیزه گسیل امواج رادیوئی غول پیکران را چگونه باید تعبیر کرد ؟ و بالاخره وضعیت دما و ترکیبات ساختمانی و شیمیائی قمرهای سیارات مزبور نیز هنوز برما پوشیده است و آگاهی ما با واقعیت‌ها فاصله‌ای بس دراز دارد . درباره اورانوس و نپتون نیز وضع به همین منوال است و آگاهی ما درباره آنها بسیار ناچیز است . اورانوس در میان سیارات دوردست ظاهرا" فاقد دمای درونی است و نپتون دارای قمر بسیار عجیبی است ، زیرا برخلاف دیگر اقمار منظومه خورشیدی دارای گردش پس رونده است و حتی اینکه یکی از اعضای منظومه خورشیدی باشد ، خود جای تردید و گفتگو است . پلوتو همراه با قمر بسیار نزدیک آن یعنی کرون سیاره دوقلوئی را مجسم می‌سازد و شاید هم اصلا" جزو سیارات منظومه خورشیدی به‌حساب نیاید .

نتیجه اینکه *In Conclusion*

لازم است دوباره به زمین بازگردیم و بررسی نمائیم که چرا در میان همه سیارات خاکی ، زمین فعال‌ترین آنها است ؟ پاسخ به این پرسش شاید این است که سنگکره یا لیتوسفر آن از سنگکره دیگر سیارات خاکی نازک‌تر است . آگاهی ما درباره ساختمان درونی زهره که همانندی فراوانی با زمین دارد ، بسیار اندک و لازم است در این زمینه بیشتر تحقیق شود .

همان‌طوری‌که قبلا" نیز اشاره شد ، اندازه و چگالی این دوسیاره بطور متوسط خیلی به‌هم نزدیک است ، هر دو در بخش درونی منظومه خورشیدی جای دارند و هر دو از مواد مشابهی در مراحل نخستین آفرینش و فرگشت خویش تشکیل یافته‌اند . اما علت اختلاف جو این دو سیاره در چیست ؟ و عامل موٴثر در تحولات جوی این دو کدام است ؟ آیا ناهید دنیای فعالی است ؟ و همانند زمین به فعالیت‌های خویش همچنان ادامه می‌دهد ؟ فقط

** این قسمت از متن اصلی کتاب سال ۱۹۸۴ عینا" ترجمه شده و به طوری که ملاحظه شد ، نتیجه سفر ویجر ۲ به اورانوس و نپتون در بخشهای مربوط به خود منعکس گردیده است . م*

پاسخ به این پرسش ها ما را در زمینه شناخت هرچه بهتر سیاره مسکن خود یاری خواهد داد .

آگاهی ما با تاریخ و سرگذشت نخستینِ زمین در دودههٔ اخیر بسیار فزونی گرفته و ما را به شناخت سیارات نزدیک راهنمائی کرده است ، اما از نظر دور نداریم که زمین نیز عضوی از خانواده خورشید است ، لازم است در شناخت آن نیز بیشتر بکوشیم تا به ناشناختهها دست یابیم .

درجستجوی حیات

SEARCH FOR LIFE

گذشتگان دور ، جهان را مسطح و بی‌حرکت می‌پنداشتند و زمین را جرمی خارق‌العاده و در عالم افلاک منحصر به فرد می‌دانستند و اعتقاد داشتند که سراسر عالم افلاک هر ۲۴ ساعت یکبار به دور زمین می‌گردد . بعدها که کرویت زمین به‌اثبات رسید ، این مسئله که آیا حیات یا حیات‌های دیگری در خارج از زمین وجود دارد یا نه؟ اندیشه‌ها را به‌خود مشغول داشت و دامنه کنجکاوی را به فراسوی زمین گسترش داد و حتی در عصر فضا نیز سرسختانه پی‌گیری شد و باب دلچسب و مطبوعی را بنام شناخت حیات فرازمینی مفتوح ساخت .

نخست ماه مورد توجه قرار گرفت ، از این جهت که نزدیک‌ترین جرم فضائی به زمین بود و سطح آن حتی با چشم غیرمسلح نیز دیده می‌شد . پندار پیشینیان درباره ماه چنان بود که لکه‌های سیاه آن ، اقیانوس ها و دریاها ، و نواحی سفید و روشن خشکی‌ها و قاره‌های آن هستند . پلوتارک Plutarch نویسنده یونان باستان ، دره‌ها و آبکندهائی را در چهرهٔ ماه توصیف می‌کند و لوسین‌ساموساتا Lucian Samosata افسانه‌پرداز یونانی درسده‌دوم بعد از میلاد ، گروهی از ملوانان را در تنگه‌جبل الطارق به دست گردباد دریائی Waterspout می‌سپارد و آنان را در سطح ماه فرود می‌آورد و در جنگ میان فرمانروایان خورشید و ماه گرفتار می‌سازد .

موضوع حیات فرازمینی و مسکون بودن ماه که سالیان دراز نقل محفل ستاره‌شناسان را تشکیل می‌داد ، شخصیت علمی بزرگی چون یوهان کپلر Johannes Kepler را بر آن داشت تا در داستانی تخیلی که به سال ۱۶۳۴ منتشر شد ، قهرمان رویائی خویش را بر دوش دیو مهربانی به ماه فرستد و با ساکنان گوناگون کره مزبور به گفتگو پردازد . داستان مزبور که برپایه‌دانش سده هفدهم نوشته‌شده ،صرفنظر از جنبه‌های تخیلی و تفریحی آن ، میزان پندار مردمان عصر مزبور را بر مسکون بودن ماه بیان می‌دارد .

ستاره شناس نامی ، ویلیام هرشل نیز نه‌تنها بر موجودیت حیات و مسکون بودن ماه اعتقاد داشت ، بلکه خورشید را نیز قابل زیست می‌دانست و از وجود بخش کاملا" مناسبی برای زندگی ، در زیر لایه درخشان آن خبر می‌داد .

دههٔ ۱۸۳۰ را بایستی یکی از ادوار بسیار جالب در تاریخ شناخت ماه و حیات فرازمینی بشمار آورد . ریچارد آلتون لاک Richard Alton Lock خبرنگار روزنامه خورشید Sun درنیویورک، طی سلسله مقالاتی اعلام داشت که تلسکوپ جان‌هرشل ، پسر ویلیام هرشل معروف که درآن زمان به کاوش آسمان افریقای جنوبی سرگرم بود ، جزئیات بسیار زیادی از سطح ماه را نشان داده و معلوم ساخته است که در ماه کوههائی از الماس یافت می‌شود و آدم‌سانانی زردپوست در آن زندگی می‌کنند . خبرنگار مزبور از نرم‌تن غول‌پیکر شگفتی یاد می‌کند که با سرعت زیاد کرانه‌های شنی ماه را درمی‌نوردد و پیوسته از جائی به جای دیگر نقل مکان می‌یابد . با وجود اینکه گروهی بر نوشته‌های ریچارد لاک خرده گرفته و درستی آن‌را دچارشک و تردید ساختند ، ولی بسیاری نیزآن را پذیرفتند و حتی کلیساها و گروه‌های مذهبی ، پیشنهادهائی برای مسیحی کردن انسان‌های ماه ارائه نمودند .

درسال ۱۸۳۶ ستاره شناس دیگری بنام فرانزون پائولاگروئی‌توئی‌سن Franz Von Paula Gruithuisen اعلام داشت که شهری را با برج و باروی سیاه‌رنگ و عظیم درماه تشخیص داده و ضمنا" نور خاکستری رنگ ناهید را به آتش سوزی جنگل‌های زهره و آتشبازی ساکنان کره مزبور به مناسبت جشن انتخابات پارلمانی در ارتباط می‌داند .

از ماه به مریخ From the Moon to Mars

خیال‌پردازی‌های کودکانه نویسندگان و ستاره‌شناسانی مانند ریچارد لاک و فرانزگروئی‌توئی‌سن و اوهام شیـرین مردمان اوایل سده نوزدهم دیری نپائیدومشاهدات بعدی نشان‌داد که ماه فاقد آب‌وهواست و هیچ نشانه‌ای از زیست درآن یافت نمی‌شود . ناگزیر امیدها از ماه بریده شد و نظرها به سوی مریخ متوجه گردید .

بهرام در مقایسه با ماه ظاهرا" از شرایط مساعدتری برای حیات برخوردار بود و وجود کلاهک‌های سفید قطبی و جو آن ، احتمال موجودیت آب و مسکون بودن آن را نیرو می‌بخشید و خام‌اندیشان بسیاری را برای برقراری ارتباط با ساکنان کره مزبور تشویق می‌کرد .

پیشنهادهای فراوانی مانند افروختن آتش در صحرای آفریقا به‌همین منظور ارائه‌شد و حتی شخصی بنام چارلز کراس Charles Cros درسال ۱۸۷۰ پیشنهاد نمود تا نور خورشید بوسیله آینه‌های بسیار بزرگی به‌سوی بهرام منعکس گردد تا ساکنان مریخ از وجود آدمیان خاکی آگاه شوند . در سال ۱۹۰۲ یک خانم فرانسوی بنام گازمن Guzman برای نخستیـن دانشمندی که بتواند با جهان‌های دیگر ارتباط برقرار کند ، جایزه‌ای تعیین نمود .

وی در وقف نامه خویش ارتباط با مریخ را به‌دلیل سهولت و عملی بودن آن مستثنی ساخته و جهان‌های دوردست‌تری را مورد نظر قرار داده بود . جالب اینکه این جایزه تا امروز همچنان دست‌نخورده‌باقی‌مانده‌است .

درسال ۱۸۷۷ جیووانی شیپارلی Giovanni Schiaparelli ستاره‌شناس ایتالیائی نقشه جدیدی از بهرام تهیه نمود و به وجود خط‌هائی بنام شبکه‌کانال‌های‌مریخ اشاره‌کرد . پرسی‌وال‌لوول Percival Lowell که رصدخانه بزرگی بویژه برای مطالعه مریخ در ایالت آریزونای‌آمریکادایر کرده بود ، با اطمینان کامل اعلام داشت که کانال‌های مریخ از وجود شبکه عظیم آبیاری و کشاورزی و مناطق سبز در کره مزبور حکایت می‌کند . وی

همچنین خاطرنشان ساخت که ساکنان مریخ موجودات بسیار باهوش و پیشرفته‌ای هستند و از بابت فرهنگ و تمدن بر ساکنان زمینی برتری دارند. اما سفر مارینر۴ در سال ۱۹۶۵ به مریخ به تمام این شایعات پایان داد و آنها را یکباره و برای همیشه به یک سو نهاد.

حیات در زمین Life on Earth

تا به امروز جز درزمین، هیچ نشانه‌ای از حیات در کیهان دیده نشده و منشاء آن هم در زمین هنوز به‌درستی روشن نیست. پاره‌ای بر این باورند که حیات از همان روزهای آغازین در زمین شکل گرفته و طی فرگشت‌هائی پیچیده، از مواد غیر اندامگانی رو به اندامگانی نهاده است. این نظریه در ۸۰ سال پیش به‌وسیله سوانت آرنیوس Svante Arrhenius شیمیدان سوئدی و برنده جایزه نوبل تحت عنوان فرضیه پان اسپرمیا Pan Spermia ارائه گردیده است. این فرضیه که شهاب سنگ‌ها را ناقل حیات از کیهان به زمین می‌داند، طرفدارانی پیدا نکرده و چندان جدی تلقی نگردید. اما اخیرا" به‌وسیله فرد هویل Fred Hoyle و پروفسور چاندرا ویکراماسینگ Chandra Wickramasinghe با قــدری دستکاری و تعدیل دوباره جان گرفته و کمابیش طرفدارانی نیز یافته است. اینان معتقدند که حیات زمینی رهآورد دنباله‌داری است که در روزگاران بسیار دور با زمین دیدار کرده است. برابر این فرضیه، موهبت حیات از مواد غیر اندامگانی طی یک سری رویدادهائی که هرکدام به‌تنهائی و خودبخود غیرممکن می‌نماید، پدید آمده است. اینان نجوم نوین را که مولکول‌های پیچیده و کمپلکس اندامگانی را در فضای میان ستارگان نشان می‌دهد، گواه می‌آورند. دکتر فرانسیس کریک Francis Crick که او نیز از برندگان جوایز نوبل است، به اتفاق یکی از دستیارانش که کاشف DNA است، حتی پا را از این هم فراتر نهاده و اعتقاد دارد که‌نهال‌حیات به‌وسیله موجودات ذیشعوری از جهان‌های دوردست به زمین آورده شده و در محیط مساعد کره خاکی به بالش و رویش پرداخته است.

خلاصه اینکه شناخت منشاء حیات زمینی، مسئله‌ای است بس دشوار، عدم دسترسی به ژرفنای کیهان گوشه‌های تاریک و ناشناخته‌ای را همچنان بکر و دست‌نخورده باقی گذارده، بطوری‌که هنوز نمی‌توان گفت که آیا اندام‌های زیستی در سراسر کهکشان و یا عالم افلاک وجود دارد یا نه؟. آیا شرایطی مناسب برای بالش و رویش حیات در جاهای دیگری از عالم افلاک نیز موجود است؟ آیا عالم هستی را به‌معنی‌واقعی کلمه می‌توان تعبیر کرد و از واژه هستی به مفهوم جان یا حیات جانوری می‌توان بهره گرفت؟ و یا اینکه هستی فرا زمینی را فقط باید در قالب زاد و مرگ خورشیدها و اجرام کیهانی تفسیر نمود؟

همه اینها مسائل و مجهولاتی است که از آنها چیزی به‌درستی نمی‌دانیم و هنوز چیزی از راز هستی درنیافته‌ایم.

گونه‌های شگفت حیات Alien Life Form

کلا" تلاش هائی که تا به امروز در زمینه شناخت حیات بکار رفته، به نتایج زیر انجامیده است:

کلیه موجودات زنده بر پایه عنصر کربن آفریده شده‌اند، زیرا اتم‌های کربن از قابلیت جفت شدن و اتصال به دیگر اتم‌ها برخوردارند و بدینسان مولکول‌های پیچیده و عظیمی را که مبنای موجودات زنده می‌باشند، پدید می‌آورند. سیلیکون تنها عنصر دیگری است که اتم‌های آن به کربن شباهت داشته و بسیاری از اشکال حیات نیز بر پایه این عنصر استوار است.

تاکنون اشکال دیگری از حیات را در جهان‌های دیگر نیافته‌ایم. روش های نوین نشان داده است که اجرام شناخته شده دوردست، یعنی کهکشان‌ها و اخترنماها Quasars از عناصری مشابه عناصر متشکله زمین تشکیل یافته‌اند. اما از یافتن اشکال گوناگون حیات در جهان‌های مزبور تاکنون چیزی دستگیرمان نشده. دانش امروز با تمام پیشرفت‌ها و نیروی شگفت خویش، هنوز در برابر پرسش هائی از اینگونه، ناتوان و عاجزاست. شاید آیندگان توان پاسخگوئی به این قبیل مسائل را دارا شوند و سعادت شناخت زوایای تاریک آفرینش نصیبشان گردد.

حیات در منظومه خورشیدی Life in the Solar System

تا پیش از عصر فضا بیشتر ستاره‌شناسان بر این گمان بودند که بخشی از مریخ را گونه‌ای گیاهان کوتاه پوشانیده است. بنظر می‌رسید که گیاهان مریخی بستر اقیانوس ها و دریاهای خشک شده را پر کرده و آن را تیره و سیاهرنگ جلوه‌گر ساخته‌اند. ارنست اوپیک Ernest Opik ستاره‌شناس استونی تبار مقیم ایرلند، مسئله لکه‌های سیاه بهرام را هوشمندانه‌تر تعبیر کرده و بر این باور بود که جو مریخ از گرد و غبار اشباع گردیده و سراسر سطح آن را موادی همانند خاک سرخ پوشانیده است. امروزه دریافته‌ایم‌که لکه‌های سیاه مریخ بستر دریاها و اقیانوس ها نیستندو نشانه‌ای از گیاه نیز در آن وجود ندارد، به‌همین جهت نظریه اوپیک را متناسب با زمان بایستی نظریه‌ای قانع‌کننده و تا حدی منطقی بشمار آورد.

به گمان بسیاری از ستاره‌شناسان پیشین، ناهید محیط مساعدی برای حیات محسوب می‌گردید. سوانت آرنیوس Svante Arrhenius سوئدی معتقد بود که ناهید احتمالا" در روزگارکربونیفر (۲۲۵ میلیون سال پیش) بسر برده و به یک مرداب گرم شباهت داشته است و گیاهان انبوهی از گونه دم اسبیان و حشراتی چون سنجاقک در آن می‌زیسته‌اند.

طی دههٔ ۱۹۵۰ اف. ال. ویپل F.L. Whipple و دی. اچ. منزل D.H. Menzle ستاره شناسان آمریکائی، بخشــی از ناهید را پوشیده از آب پنداشته و آن را با وضعیت زمین در چند میلیون سال پیش همانند می‌دانستند و حتی پا را از این هم فراتر نهاده و معتقد بودند که امکان نشو و نمای حیات در اقیانوس های ناهید وجود دارد. اما مارینر ۲ که در سال ۱۹۶۵ به ناهید سفر کرد، برتمام این پندارها خط بطلان کشید و نشان داد که زهره دوزخی است بس سوزان که با حیات سرِ ستیز و ناسازگاری دارد.

حقیقت آن است که ما باید جهان‌های فاقد جو را کلا" ازجنبه‌حیات رها سازیم و حتی سیاراتی را که دارای جوی رقیق هستند نیز به کنارگذاریم. بدیهی است تمام سیارکان هم مشمول این شرایط خواهند گردید و کلیه اقمار سیارات‌نیز بجزتیتان (بزرگترین قمر کیوان) ازاین آزمایش روسفید بیرون نخواهند آمد. تیتان از این جهت درخور توجه است که تمام اجزاء

و عناصر لازم برای حیات را داراست ، ولی دما در آنجا برای حیات بسیار پائین است . درواقع تیتان را می‌توان زمین بسیار منجمد و سرد بشمار آورد ، اما اگر دمای تیتان از میزان امروزی بالاتر می‌بود ، شاید جو آن به فضای اطراف پراکنده می‌شد و دیگر چیزی برای آن باقی نمی‌ماند .

غول‌پیکران گازآلود با درون آبگونه احتمالی خویش نیز طبیعتا" پذیرای حیات نیستند و شانس مساعدی ندارند .

کارل ساگان Carl Sagan خاطرنشان می‌سازد که دمای ابرهای فوقانی غول‌پیکرانی چون مشتری بسیار پائین و سرد است و برعکس دمای توده‌مرکزی آنها احتمالا" به‌حدود ۱۰،۰۰۰ درجه سانتیگراد بالغ می‌گردد . قاعدتا" دراین‌گونه سیارات بایستی لایه‌ای موجود باشد که دمای آن با دمای زمین برابری کند . دراینصورت آیا برای بالش و رویش حیات فقط مساعدت دما کافی است ؟ طبیعتا" جواب منفی است .

بنابراین In Conclusion

در منظومه خورشیدی حیات را بایستی منحصر به زمین دانست ، و احتمال اینکه حیات ولو در سطحی بسیار آغازین در گوشه دیگری از جهان خورشیدی یافت گردد ، بسیار ضعیف و دور از عقل بشمار آورد . اما این‌که آیا در آنجاها حیات قبلا" وجود داشته و امروزه از میان رفته یا نه ؟ کلا" مسئله دیگری است . شاید پیش از این‌که تابناکی خورشید به میزان امروزی برسد و محیط ناهید را گرم و گداخته سازد ، حیات در سیاره مزبور شروع به رویش کرده و سپس متوقف و نابود گردیده باشد . احتمالا" در مریخ نیز حیات در روزگاری وجود می‌داشته ، اما از آنجائی‌که سیاره مزبور قادر به حفظ جو مناسبی نبوده است ، لذا می‌توان پذیرفت که فرگشت حیات بسیار کند و آرام بوده و از مراحلی پست و آغازین فراتر نرفته است . شاید بتوان به‌کمک دانش و تکنیک‌های نوین و پیشرفته‌تری ، سیاره‌ای را برای زیست مساعد ساخت ، در اینصورت چنین عملی را اصطلاحا" زمین‌سازی Terraforming می‌نامند . البته چنین تصوری امروزه هنوز عملی نیست ولی در آینده مطمئنا" غیرممکن نخواهد بود . ناهید در میان خانواده خورشید مناسب‌ترین نامزد برای این برنامه است . البته جو گداخته ناهید، کمبود آب و ابرهای اسیدی مرگبار آن را نباید فراموش کرد . در زهره مقدار زیادی اکسیژن یافت می‌شود که با مولکول‌های گوناگون درهم آمیخته‌اند . کارل ساگان معتقد است که با افشاندن دارو بر جو ناهید ، اکسیژن آزاد می‌شود و در پی آن اثرات گرمخانه‌ای کاهش می‌یابد و با افت دما ، محیط برای پرورش حیات مساعد می‌گردد . ولی جو رقیق بهرام ، شانس سیاره مزبور را از بابت پرورش حیات تقریبا" از میان برده و هرگونه تلاشی را بی‌نتیجه ساخته است .

از خورشیدهای دیگر چه می‌دانیم؟ Planets of other Suns

جستجو و تحقیق درباره امکان وجود سیاراتی به دور ستارگان و یا خورشیدهای دیگر از جمله اقدامات مورد نظر ستاره شناسان بوده و همواره این پرسش مطرح گردیده که آیا جهان‌های دیگری مانند منظومهٔ خورشیدی در کیهان موجود است ؟ آیا منظومه‌های مزبور بشرط آن‌که وجود داشته‌باشند ، استعداد پرورش حیات را دارا هستند ؟ دیدیم که در هیچیک از اعضای منظومه خورشیدی غیر از زمین نشانه‌ای از حیات یافت نمی‌گردد . مسلما" این مسئله را در دیگر منظومه‌های احتمالی نمی‌توان تعمیم داد . پاره‌ای کارشناسان بر این باورند که در سراسر کیهان حیات زمینی منحصر به فرد است ، ولی در مقابل عده‌ای دیگر براین‌گمانند که حیات تنها نتیجه سلسله رویدادهای غیر محتملی است که آن‌را بصورت نادری جلوه‌گر می‌سازد . از سوی دیگر کسانی چون فرد هویل معتقدند که حیات زمینی دارای منشاء کیهانی است و به‌وسیله جرم‌هائی چون دنباله‌داران به زمین آورده شده و شرایط مساعد کره زمین به رشد و تکامل آن کمک کرده است .

تماس مستقیم با جهان‌های دیگر را می‌توان یکی از راههای محتمل برای پاسخگوئی به این مسائل بشمار آورد . در حال حاضر تنها وسیله ممکن بهره‌برداری از سیستم‌های رادیوئی است . در اوایل سال ۱۹۶۰ پروژه‌ای بنام اوزما Ozma عملا" پیاده شد و از ایستگاهی واقع در گرین بنک Green Bank ایالت ویرجینیای غربی موج‌های رادیوئی مخصوصی که از دو ستاره Tau Ceti و اپسیلن صورت فلکی نهر Epsilon Eridani گسیل می‌گردید ، تحت نظر قرار گرفت ، ولی متأسفانه نتیجه منفی بود . مع‌الوصف ستاره‌شناسان از پای ننشستند و موضوع تماس های رادیوئی را با تلاشی بیشتر پی‌گیری کردند . فضاناو پایونیر که در سال ۱۹۷۲ بعنوان نخستین دست ساخت بشر مرز منظومه خورشیدی را پشت سرگذاشت ،لوحی را حاوی اطلاعات و نقش هائی در باره مسیر فضاناو و حیات زمینی دارا است تا موجودات هوشمند احتمالی جهان‌های دیگر را از وجود انسان زمینی آگاه سازد ، بررسی دقیق حرکات ستارگان ، عیالمندی پاره‌ای از آنها را نشان می‌دهد . ستارگان عیالمند قاعدتا" دارای حرکتی مستانه یا تلوتلو ــ خورنده هستند . این حالت نخستین بار در اواسط سده نوزدهم در مورد ستارهٔ شباهنگ یا شعرای یمانی Sirius که درخشان‌ترین ستاره آسمان است مشاهده گردید . ستارگان دیگری نیز وجود دارند که چگالی آنها کمابیش با ستاره شباهنگ همانند است . این ستارگان نیز که به خورشید نزدیک‌تر از دیگرانند ، احتمالا" دارای خانواده هستند و حرکات آنها از گردش احتمالی پاره‌ای اجرام به‌دور آنها حکایت می‌کند . ستاره Barnard که ۵/۹ سال نوری از زمین فاصله دارد ، از جمله ستارگان عیالمند محسوب می‌گردد ، زیرا حرکات آن با اغتشاش ها و آشوب‌های کاملا" مشخصی همراه است . از دیگر منظومه‌های احتمالی می‌توان از ستاره Lalande 21185 که در فاصله ۸/۲ سال نوری از زمین قرار دارد و Epsilon Eridani با فاصله ۱۰/۸ سال نوری ، ستاره Cygni 61 با ۱۱ سال نوری و DB+42° 4305 با ۱۶/۹ سال نوری از زمین نام برد .

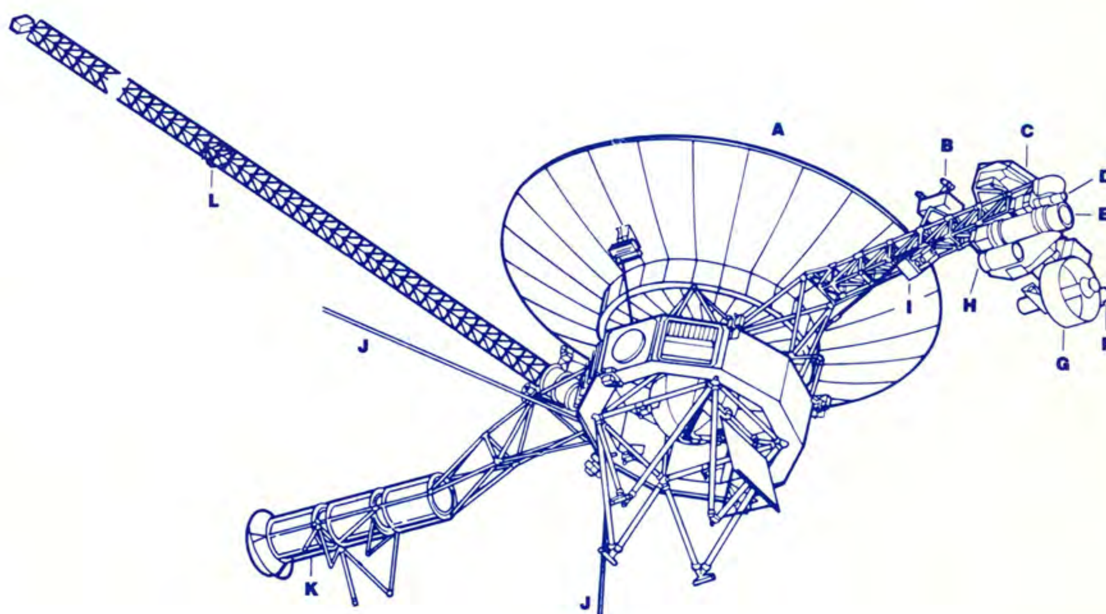
تشخیص مستقیم اجرام یا سیارات مدارگرد ، نیازمند وسایل بسیار دقیقی است تا بتواند نورهای خیره‌کننده ستاره مادر را محو سازد و فرزندان احتمالی او را مشخص نماید .

و در آینده In Future

محققا" زمین برای ابد پایدار نخواهد ماند . تقریبا" ۵،۰۰۰ میلیون سال دیگر خورشید طی فرگشت خویش پا به مرحلهٔ کهولت خواهد گذارد و به غولی سرخ دگرگون خواهد شد . در چنین حالتی اقیانوس های زمین به

جوش خواهند آمد و جو آن پراکنده خواهد شد. به فرض اینکه حیات ذیشعور زمینی خود را تا آن زمان حفظ کند، آیا انسان آن زمان به یافتن جهان مناسب دیگری درمنظومه‌خورشیدی قادر خواهد بود؟ اینها چیزهائی است که علم و اندیشه کنونی قادر به پاسخ آن نیست.

آشنائی باویجر



A ـ آنتن فراگیر High Gain Antenna ـ برای ارتباط با زمین و برعکس و بررسی چگونگی ساختار جوو حلقهٔ سیارات. قطر آنتن مزبور ۳/۶۵ متر است.

B ـ آشکارساز پرتوهای کیهانی Cosmic Ray Dectector ـ برای بررسی پرتوهای کیهانی وهسته‌های اتمی و همچنین الکترون‌های پرتوان.

C ـ آشکار سازپلاسما Plasma Detector ـ برای بررسی چگونگی پلاسما (گازهای یونیدهٔ داغ متاءثر از میدان مغناطیسی) و همچنین بررسی چگونگی باد خورشیدی.

D ـ دستگاه عکسبرداری (دوربین زاویهٔ باز) Imaging System,Wide Angle Camera دوربین و تلسکوپ انکساری برای عکاسی از جرم‌های فضائی بطریقهٔ زاویهٔ باز.

E ـ دستگاه عکسبرداری (دوربین زاویهٔ بسته) Imaging System,Narrow Angle Camera دوربین تله فتو و تلسکوپ انعکاسی برای عکاسی از جرم‌های فضائی نزدیک.

F ـ طیف سنج فرابنفش Ultraviolet Spectrometer ـ برای بررسی ترکیب شیمیائی و دما و ساختار جو سیارات و قمرهای آنها و مطالعهٔ نورهای فرابنفش ساتع شده از ستارگان.

G ـ پرتوسنج و طیف‌سنج فروسرخ Infrared Spectrometer and Radiometer برای اندازه‌گیری دمای سیارات و قمرهای آنها و همچنین ترکیبات مولکولی جو سیارات و اندازه‌گیری تشعشعات خورشیدی باز تابیده از اجرام.

H ـ فتوپولاریمتر Photopolarimeter ـ برای ثبت نورهای پخش شده بوسیلهٔ سطح و یا جو سیارات وهمچنین اندازه‌گیری شدت نور ستارگانی که از حلقه‌های سیارات می‌گذرند و بررسی ساختار و اندازهٔ مواد متشکله حلقه‌های مزبور.

I ـ آشکار ساز ذرات کم باردار Low-Engergy Charged Particles Detector بررسی و اندازه‌گیری ترکیب و ذرات کم بارداری که در مغناطکره سیارت بدام افتاده‌اند و همچنین مطالعهٔ چگونگی پراکنش و تغییر پرتوهای کیهانی ساتع شده‌ازکهکشان‌ها .

J ـ آنتنهای موج پلاسما و رادیوآسترونومی سیارات Planetary Radio Astronomy and Plasma Wave Antennas برای آشکارسازی امواج رادیوئی ساتع شده از ذرات باردار موجود در مغناطکرهٔ سیارات و همچنین ضبط رعدوبرق جو سیارات و اندازه‌گیری امواج پلاسمای موجود در مغناطکره‌ها و آشکارسازی کنش‌های درونی مغناطکره‌ها و باد خورشیدی که صدای برخورد ذرات آن به بدنهٔ کیهان‌پیما شنیده می‌شود . طول این آنتن ۱۰ متر است .

K ـ ژنراتورهای ترموالکتریکی رادیوایزوتوپ Radio Isotope Thermoelectric Generators برای تاًمین نیروی الکتریسیتهٔ مورد نیاز کیهان‌پیما از راه تبدیل دمای حاصله از تلاشی رادیواکتیو پلوتونیم 238 .

L ـ مغناطسنج Magnetometer ـ برای بررسی ویژگی میدان‌های مغناطیسی و ساختار مغناطکره‌ها و کنش‌های درونی قمرها و مغناطکره‌ها (طول ۱۳ متر) .



کیهان پیمای ویجر به وسیلهٔ کارخانهٔ Jet Propulsion Laboratory وتحت سرپرستی سازمان فضائی امریکا NASA طراحی و ساخته شده و نخستین مدل آن به نام ویجر ۱ در پنجم سپتامبر ۱۹۷۷ به وسیلهٔ موشک تیتان۳ Titan از پایگاه کندی به سوی مشتری و زحل پرتاب گردید .

فهرست راهنما

آ

الف

ب

گ

ل

م

ن

فهرست انتشارات گیتاشناسی

نقشه شهرها

شماره	عنوان	اندازه
۱۰۱	نقشه شهر تهران انگلیسی	۶۰×۹۰
۱۰۲	نقشه شهر تهران فارسی	۶۰×۹۰
۱۱۲	نقشه شهر شیراز فارسی	۶۰×۹۰
۱۱۵	نقشه تهران مرکزی فارسی	۱۰۰×۷۰
۱۱۷	نقشه شهر اصفهان فارسی و انگلیسی	۱۰۰×۷۰
۱۲۰	نقشه تهران و حومه فارسی	۱۰۰×۷۰
۱۲۱	نقشه تهران و حومه انگلیسی	۱۰۰×۷۰
۱۲۳	نقشه شهر تبریز فارسی و انگلیسی	۶۰×۹۰
۱۲۸	نقشه شهر لندن فارسی و انگلیسی	۱۰۰×۷۰
۱۳۱	نقشه شهر مشهد و حومه فارسی	۶۰×۹۰
۱۳۵	نقشه شهر اهواز فارسی	۶۰×۹۰
۱۴۱	نقشه مناطق بیستگانه تهران فارسی	۱۰۰×۷۰
۱۴۷	نقشه منطقه بازار تهران فارسی	۱۰۰×۷۰
۱۴۸	نقشه شهر بندرعباس و استان هرمزگان فارسی	۶۰×۹۰
۱۵۱	نقشه تهران بزرگ فارسی	۳۵۰×۳۰۰
۱۵۸	نقشه شهر شیراز و استان فارس فارسی	۱۰۰×۷۰
۱۶۱	نقشه شهر کرمان فارسی	۱۰۰×۷۰
۱۶۶	نقشه تهران مرکزی جدید فارسی	۱۰۰×۷۰
۱۶۸	نقشه شهر رشت فارسی و انگلیسی	۱۰۰×۷۰
۱۷۱	نقشه تهران جدید فارسی	۱۰۰×۷۰
۱۷۲	نقشه شهر کاشان فارسی و انگلیسی	۱۰۰×۷۰
۱۷۴	نقشه کامل شهر تهران فارسی	۱۰۰×۱۴۰
۱۷۶	نقشه شهر کرج فارسی و انگلیسی	۱۰۰×۷۰
۱۸۰	نقشه کامل شهر تهران انگلیسی	۱۰۰×۱۴۰
۱۸۷	نقشه شهر همدان فارسی و انگلیسی	۱۰۰×۷۰
۱۹۱	نقشه شهر مشهد جدید فارسی و انگلیسی	۱۰۰×۷۰
۱۹۴	نقشه شهر یزد فارسی و انگلیسی	۱۰۰×۷۰
۱۹۶	نقشه شهر ساری فارسی و انگلیسی	۱۰۰×۷۰
۱۹۷	نقشه شهر لاهیجان فارسی و انگلیسی	۶۰×۹۰
۲۰۱	نقشه شهر بهشهر فارسی و انگلیسی	۱۰۰×۷۰
۲۰۲	نقشه شهر سنندج فارسی و انگلیسی	۱۰۰×۷۰
۲۰۸	نقشه شهر ایلام فارسی و انگلیسی	۱۰۰×۷۰
۲۰۹	نقشه شهر اهواز فارسی و انگلیسی	۱۰۰×۷۰
۲۱۰	نقشه شهر اصفهان بزرگ فارسی و انگلیسی	۱۰۰×۱۴۰
۲۱۱	نقشه شهر اراک فارسی و انگلیسی	۱۰۰×۷۰

نقشه های استانها

شماره	عنوان	اندازه
۱۳۰	نقشه البرز مرکزی فارسی	۱۰۰×۷۰
۱۳۷	نقشه خوزستان فارسی	۱۰۰×۷۰
۱۳۸	نقشه استان خراسان فارسی	۶۰×۹۰
۱۳۹	نقشه استان سیستان و بلوچستان فارسی	۶۰×۹۰
۱۴۳	نقشه استان اصفهان فارسی	۵۰×۷۰
۱۴۴	نقشه البرز غربی (استان گیلان) فارسی	۱۰۰×۷۰
۱۴۸	نقشه استان هرمزگان و شهر بندرعباس فارسی	۶۰×۹۰
۱۴۹	نقشه کوههای زاگرس (استان لرستان) فارسی	۱۰۰×۷۰
۱۵۶	نقشه البرز شرقی (مازندران ، سمنان) فارسی	۱۰۰×۷۰
۱۵۸	نقشه استان فارس و شهر شیراز فارسی	۱۰۰×۷۰
۱۵۹	نقشه استان ایلام فارسی	۱۰۰×۷۰
۱۶۳	نقشه استان همدان فارسی	۱۰۰×۷۰
۱۶۷	نقشه ترکمن صحرا و دشت گرگان فارسی	۱۰۰×۷۰
۱۸۲	نقشه تهران هراز فارسی	۱۰۰×۷۰
۱۸۳	نقشه استان مرکزی فارسی	۱۰۰×۷۰
۱۹۲	نقشه خلیج فارس فارسی و انگلیسی	۱۰۰×۱۴۰
۱۹۳	نقشه استان کردستان فارسی	۱۰۰×۷۰
۲۰۳	نقشه استان زنجان فارسی	۱۰۰×۷۰
۲۰۶	نقشه استان آذربایجان شرقی و غربی	۱۰۰×۷۰
۲۰۷	نقشه استان ایلام فارسی	۱۰۰×۷۰

نقشه های ایران

شماره	عنوان	اندازه
۱۰۳	نقشه راههای ایران فارسی	۱۰۰×۷۰
۱۰۴	نقشه راههای ایران انگلیسی	۱۰۰×۷۰
۱۰۵	نقشه تقسیمات کشوری ایران فارسی	۵۰×۷۰
۱۱۳	نقشه طبیعی و رودخانه‌های ایران فارسی	۱۰۰×۷۰
۱۲۵	نقشه تقسیمات کشوری ایران فارسی	۱۰۰×۷۰
۱۳۶	نقشه عمومی ایران بزرگ فارسی	۲۰۰×۱۷۰
۱۵۳	نقشه جمهوری اسلامی ایران فارسی	۱۰۰×۱۴۰
۱۶۵	نقشه راههای ایران جدید فارسی	۱۰۰×۷۰
۱۶۹	نقشه جمهوری اسلامی ایران انگلیسی	۱۰۰×۱۴۰
۱۷۳	نقشه راههای ایران جدید انگلیسی	۱۰۰×۷۰

نقشه قاره‌های جهان

شماره	عنوان	اندازه
۱۱۱	نقشه سیاسی اروپا فارسی	۱۰۰×۷۰
۱۱۴	نقشه سیاسی آسیا فارسی	۱۰۰×۷۰
۱۱۶	نقشه سیاسی آمریکای شمالی و مرکزی فارسی	۱۰۰×۷۰
۱۱۸	نقشه سیاسی آمریکای جنوبی فارسی	۱۰۰×۷۰
۱۱۹	نقشه سیاسی آفریقا فارسی	۱۰۰×۷۰
۱۸۵	نقشه طبیعی آسیا فارسی	۱۰۰×۷۰
۱۸۸	نقشه استرالیا و اقیانوسیه فارسی	۱۰۰×۷۰

نقشه های جهان

شماره	عنوان	اندازه
۱۰۷	نقشه سیاسی جهان فارسی	۱۰۰×۷۰
۱۰۸	پرچم کشورهای جهان فارسی	۵۰×۷۰
۱۰۹	نقشه قاره‌های جهان (کوچک) فارسی	۵۰×۷۰
۱۱۰	نقشه سیاسی جهان انگلیسی	۱۰۰×۷۰
۱۳۳	نقشه طبیعی جهان بزرگ فارسی	۱۰۰×۱۴۰
۱۴۵	نقشه سیاسی جهان بزرگ فارسی	۱۰۰×۱۴۰
۱۵۷	نقشه گسترش اسلام در جهان فارسی	۱۰۰×۱۴۰

نقشه کشورها

شماره	عنوان	اندازه
۱۰۶	نقشه راههای تهران به اروپا فارسی	۱۰۰×۷۰
۱۲۴	نقشه راههای خاورمیانه فارسی و انگلیسی	۱۰۰×۷۰
۱۲۶	نقشه کشور هند فارسی	۱۰۰×۷۰
۱۲۷	نقشه ایالات متحده آمریکا فارسی	۱۰۰×۷۰
۱۳۲	نقشه راههای کشور آلمان فارسی	۱۰۰×۷۰
۱۵۲	نقشه خاور نزدیک (فلسطین و . . .) فارسی	۱۰۰×۷۰
۱۶۲	نقشه کشور ترکیه فارسی	۱۰۰×۷۰
۱۷۹	نقشه کشور پاکستان فارسی و انگلیسی	۱۰۰×۷۰
۱۸۴	نقشه کشور عراق فارسی و انگلیسی	۱۰۰×۷۰
۱۸۹	نقشه کشور افغانستان فارسی و انگلیسی	۱۰۰×۷۰

اطلس ها

شماره	عنوان	اندازه
۱۲۲	اطلس کامل گیتاشناسی	۳۵×۲۵
۱۲۹	اطلس ایران و جهان	۳۵×۲۵
۱۴۰	اطلس راههای ایران	۲۸×۲۲
۱۶۰	اطلس جیبی ایران	۱۵×۱۱
۱۷۷	اطلس آموزشی جهان	۲۸×۲۲
۱۷۸	اطلس کامل شهر تهران	۲۸×۲۲
۱۸۱	اطلس گنگ گیتاشناسی	۳۵×۲۵
۱۹۰	اطلس جیبی تهران	۲۳×۱۷
۲۰۴	اطلس معاصر گیتاشناسی	۳۵×۲۵
۲۱۲	اطلس منظومه شمسی **خورشید**	۲۸×۲۲
۲۱۳	انواطلس ایران	۱۱×۱۵

کتب جغرافیائی

شماره	عنوان	اندازه
۱۳۴	کتاب شناسنامه جغرافیای طبیعی ایران	۲۳×۱۷
۱۴۲	فرهنگ گیتاشناسی	۲۳×۱۷
۱۴۶	کتاب شناخت مقدماتی ستارگان	۲۳×۱۷
۱۵۰	کتاب زمین	۲۳×۱۷
۱۵۴	کتاب گیتاشناسی کشورها	۳۵×۲۵
۱۵۵	کتاب نجوم به زبان ساده (جلد اول)	۲۳×۱۷
۱۶۴	کتاب نقشه‌خوانی گیتاشناسی	۲۳×۱۷
۱۷۰	کتاب نجوم به زبان ساده (جلد دوم)	۲۳×۱۷
۱۷۵	کتاب فلسفه جغرافیا	۲۳×۱۷
۱۸۶	فرهنگ بزرگ گیتاشناسی	۲۳×۱۷
۱۹۵	کتاب سرگذشت زمین	۲۳×۱۷
۱۹۸	کتاب ساختار ستارگان و کهکشانها	۲۳×۱۷
۱۹۹	کتاب جغرافیای جمعیت ایران	۲۸×۲۲
۲۰۰	فرهنگ کوههای ایران	۲۳×۱۷
۲۰۵	راهنمای مفصل ایران (استان هرمزگان) جلد ۲۲	۲۳×۱۷
۲۱۴	کتاب راهنمای تهران انگلیسی	۲۲×۱۵

✪ علاقه‌مندانی که مایل به تهیه انتشارات فوق می‌باشند می‌توانند با صندوق پستی ۳۴۴۱ – ۱۴۱۵۵ تهران مکاتبه و یا با تلفن: ۲۸۵۳۶۰۳ – ۶۷۹۳۳۵ تماس حاصل نمایند . ساعت کار: ۹ الی ۵ بعد از ظهر ، پنجشنبه‌ها تا یک بعد از ظهر .

212

THE ATLAS OF THE
SOLAR SYSTEM

Patrick Moore & Garry Hunt

Translated by: A.Ja'fari

Designed and Provided by:
"GITA SHENASI"